[redacted]

સાંકલીઉં.

२२२३

જ્ઞાન પ્રસારક મંડળી.

સને ૧૮૮૨–૮૩ ની મોહોસમ.

METEOROLOGY.

રૂતુ વીદયા.

ભાશણ કર્તા,

એરવદ જીવનજી જમશેદજી મોદી, બી. એ.

હવામાનું વરાળરૂપી પાણી.

WATERY VAPOUR IN OUR ATMOSPHERE.

આપણી પૃથવીની સપાટી ઉપરથી હમેશાં રાત દાહાડો પાણી વરાળરૂપે ઉપર ચઢી હવામાં ભેળાયછે. હવામાં એ વરાળરૂપી પાણીની કેટલી અગત્યછે તે, પાણી સઘળા પેદાયસને કેટલું અગત્યનું છે તે ઉપરથી માલમ પડેછે. એ વરાળરૂપી પાણી જમીન ઉપરથી બાશીકરણ મારફતે સુસાહને પેહેલાં હવામાં અણદીઠ ભેલાઇ જાયછે. પછી ધુમસ, વાદળાં વીગેરેનાં નજરે પડતાં રૂપો પકડેછે; પછી દવ અને વરસાદનાં પ્રવાહી રૂપમાં અથવાતો હિમ, કરાં, વીગેરેનાં બત રૂપમાં પાછું જમીન ઉપર પડેછે. જમીન ઉપર પડીને કેટલો ભાગ ધરતીને ફલદ્રુપ કરવામાં અને માણસ જાતના બીજા ઉપયોગમાં ખપેછે. કેટલોક ભાગ જમીનનાં થોડાંક માહેલાં પડોમાં દાખલ થઇ પાછો ઝરા તરીકે ઉપર આવી નદી નાળાંઓ ઉતપન્ન કરેછે. એ નદી નાળાંઓ પાછાં જમીનને ફલદ્રુપ કરનારાં સાધન તરીકે અને વેપાર વધારનાર જળમાર્ગો તરીકે ઉપયોગી થઇ પડેછે. એટલુંજ નહી પણ ખુદ એક દેશની હવાનો આધાર તે દેશની હવામાંની ઓછી વત્તી વરાળ ઉપર રેહછે.

બાશીકરણ—જે દેશોમાં, જે રૂતુમાં અને દિવસના જે વખતે બાશીકરણ વધારે ચાલેછે, તે દેશોમાં, તે રૂતુમાં અને તે વખતે હવામાં પાણીની વરાળનો વધારે ભાગ હોયછે. ગરમ દેશોમાં, ઉનાળામાં અને દિવસે એ ક્રિયા વધારે જોસમાં ચાલવાથી એ દેશોમાં એ રૂતુમાં અને એ વખતે તેનો જથો હવામાં વધારે જોવામાં આવેછે. એ વરાળરૂપી પાણી ઉતપન્ન કરનાર ક્રિયાનો આધાર નીચલાં કારણો ઉપર રેહેછે.

૧ લું. જેમ પાણીનો મોટો ભાગ ખુલ્લી હવા સાથે સંબંધમાં આવ્યો હોય તેમ એ ક્રિયા વધારે જોશમાં ચાલેછે. એક ગ્યાલન પાણી જો તમો એક સાંકડાં ઉંડાં વાસણમાં મુકશો, તો તેમાથી જેટલી વરાળ ઉપર ચઢશે, તેનાં કરતાં જો તેટલુંજ પાણી વધારે મોટાં છાલકાં વાસણમાં ભરશો, તો તેમાંથી વધારે વરાળ ઉપર ચઢશે.

એક દેશમાં જો ૫૦૦ ફીટ ઉંડો અને ૧000 ચોરસવારના વિસ્તારનો એક સરોવર હશે, અને બીજામાં જો ૧૦ ફૂટ ઉંડો પણ ૫૦૦૦ ફૂટ વિસ્તારનો એક સરોવર હશે, તો પાછલા દેશની હવામાં વરાળરૂપી પાણીનો ભાગ વધારે માલમ પડશે; અને ત્યાંની હવા વધારે તર રેહશે.

૨ જું. જેમ હવા વધારે ગરમ તેમ બાશીકરણ વધારે ચાલેછે. જેમ હવા ગરમ વધારે હોયછે તેમ તેનાં રજકણો વધારે છૂટાં છૂટાં હોયછે તેથી તેમાં વધારે વરાળ ઝીલી રાખવાની શકતી હોયછે. અને વળી વગળને વરાળરૂપમાં ઝીલી રાખનાર ગરમી જલદીથી મલેછે.

૩ જું. જેમ હવા સુકી વધારે, તેમ વરાળવધારે જલદીથી ઉત્પન્ન થાયછે, કારણ

કે સુકી હવામાં રજકણો વચ્ચે વરાળ ઝીલાઇ રેહવાની જગા વધારે હોયછે.

૪ થું. જેમ પવન ઘણો, તેમ બાષ્પીકરણ ઘણું ઝડપથી ચાલેછે. જો પવન ન હોયતો પાણીની સપાટી ઉપરની હવા જલદીથી નિનામથી ભરપૂર થઈ જાયછે અને વધારે વરાળ પોતે ઝીલી ન શકવાથી નીચેનાં પાણીમાંથી બાષ્પીકરણ બંધ પડેછે. પણ જો પવન હોયતો તે હવા પવનના જોરથી ઘમડાઇ જાય તેને બદલે વધારે ગરમ અને સુકી હવા આવે. તે હવા પોતાની ગરમી પ્રમાણે નિનામથી થોડાઘણી ભરપૂર થાય ન થાય કે પાછી ઘમડાઇ જાય.

૫ મું. જેમ હવાનું દબાણ ઓછું હોય તેમ વરાળ વધારે ઉપર ચઢેછે. દબાણ ઓછું થવાથી હવાનાં રજકણો છૂટાં થાયછે, અને તેઓ વચ્ચે વરાળને સમાવવા માટે જગા વધારે ખાલી રેહેછે. જેમ તમો દબાણ ઓછું કરશો, તેમ રજકણો છૂટાં થઇ ખાલી જગ્યા વધારે ઉત્પન્ન થશે; અને તેમ તે ખાલી જગ્યા પુરી નાંખવા માટે પાણીમાંથી વધારે વરાળ ઉપર ચઢશે.

ટુંકામાં ૧ પાણીનો વિસ્તાર; ૨ ગરમ હવા; ૩ સુકી હવા; ૪ પવન, અને ૫ હવાનું દબાણ; એ બાષ્પીકરણ વધારનારાં કારણોછે.

પાણીથી તર થયલી હવા—હવે એ બાષ્પીકરણની ક્રિયાથી જે વરાળ ઉપર ચઢેછે તેનો ચોકસ જથ્થોજ આપણી હવામાં જમાવ થઇ શકેછે. જ્યારે તે ચોકસ જથ્થાથી વધારે ભાગ હવામાં દાખલ થાયછે, ત્યારે તે જથ્થો અણદીઠ હાલતમાં રેહેવાને બદલે, ધુમસ જેવું નજરે પડતું રૂપ પકડેછે, અને પછી થોડા વખતમાં પાણીરૂપે ઠરી જાયછે. જ્યારે હવા પોતાનાં રજકણો વચ્ચે વરાળરૂપી પાણીનો પુરતો જથ્થો અણદીઠ હાલતમાં ઝાલેછે, કે જે જથ્થામાં જરાક પણ વધારો કરતાં થોડીક વરાળ પ્રવાહી રૂપ પકડી લેછે, ત્યારે તે હવા વરાળરૂપી પાણીથી તર અથવા ભરપુર થયલી (saturated) કેહેવાયછે.

થંડી હવાની માફક ગરમ હવા જલદીથી ભરપુર થતી નથી. ગરમીના કાયદા પ્રમાણે ગરમ હવા વધારે પ્રફુલ્લીત થવાથી તેનાં રજકણો વધારે છૂટાં થાયછે, તેથી તેમાં વરાળરૂપી પાણીનો વધારે જથ્થો અણદીઠ હાલતમાં સમાયલો રહેછે. ૩૨° ના ગરમીનાં પ્રમાણે હવા પોતાનાં વજનનાં ૧૬૦ માં ભાગ જેટલું વરાળરૂપી પાણી ઝાલી શકેછે. ૫૯° ની હદે ૮૦ માં ભાગ જેટલું અને ૮૬° ની હદે ૪૦° માં ભાગ જેટલું ઝાલી શકેછે. એટલે દર ૨૭° વધારે ગરમ થતાં હવાની વરાળ ઝાલવાની શક્તી બમણી થાયછે, ૩૨° ના ગરમીનાં પ્રમાણે નિનામથી તર થયલી દર ઘનફૂટ હવામાં ૨.૩૭ ગ્રેન વરાળરૂપી પાણીનો ભાગ હોયછે, ૬૦° નાં ગરમીનાં પ્રમાણે ૫.૮૭ ગ્રેન હોયછે, અને ૮૦° એ ૧૦.૮૧ ગ્રેન હોયછે. હવે ત્યારે ૮૦° નાં ગરમીનાં પ્રમાણે તર થએલી એક ઘનફૂટ હવા જો કોઇ કારણથી—દાખલા તરીકે થંડક ઉપજાવનારાં ઝાડપાનનાં એક ધીચ જંગલ ઉપરથી પસાર થવાથી—૬૦° નાં પ્રમાણ ઉપર આવી જાય એટલી થંડી થાયતો, તે પોતામાંનું નજદીક ૫ ગ્રેન પાણી ઝીલી ન શકવાને લીધે છોડી દેછે. એવું ધારો કે, એક ઘનફૂટ હવાનો ચોકસ જથ્થોછે, અને તેની ગરમીનું પ્રમાણ ૮૦° છે. એટલી ગરમીએ હવાનાં રજકણો છૂટાં હોવાથી તેઓની વચમાં ખાલી ભાગ ઘણો રેહેછે. એ ખાલી ભાગોમાં વરાળરૂપી પાણી ઝીલાઇ રેહેછે હવે એ હવાને ૬૦° નાં પ્રમાણ પર લાવવામાં આવેતો તે જથ્થો પોતે કદમાં ઘટીને સાંકડો થાય અને તેનાં રજકણો પાસે પાસે આવવાથી તેઓની વચમાં ખાલી જગ્યા થોડી રહે. એટલે ત્યારે જેટલું વરાળરૂપી પાણી ૮૦° નાં ગરમીનાં પ્રમાણે તેમાં ઝીલાઇ રેહ તેટલું હવે ૬૦° નાં પ્રમાણે નહી ઝીલાઈ રહે. બીજા શબ્દોમાં હવાનાં રજકણો પાસે પાસે સંકડાઇ જવાથી તે પાણી નીચોવાઇને છુટી પડે. એ બાબદ વધારે ખુલી રીતે સમજવાને માટે તમો એક વાદળાનો કટકો લઇ પાણીથી ભિંજવો. એ કટકાનાં રજકણો વચ્ચે પાણીનો ચોકસ ભાગ સમાઇ રહેશે. હવે તમો જો એ કટકાને દાબશોતો શું થશે? તેનાં રજકણો પાસે પાસે થઇ જવાને લીધે અંદરનું પાણી જે જ્યારે રજકણો છૂટાં હતાં ત્યારે સમાઇ રહેલું હતું, તે હવે નીચોવાઇને હેઠે પડી જશે. હવે ૮૦° નાં ગરમીનાં પ્રમાણની હવા તે જાણે વાદળાંનો અસલ કટકો. ગરમીના એ પ્રમાણે વધારે ગરમીને લીધે હવાનાં રજકણો છૂટાં રહેછે. ૬૦° નાં પ્રમાણની હવા તે જાણે નીચોવેલાં વાદળાંનો કટકોછે. ગરમીના એ પ્રમાણે થંડીને લીધે હવાનાં રજકણો પાસે પાસે આવેછે, ને તેઓમાં સમાયલું પાણી નીચોવાઈ જાયછે.

ધૂમસ, વાદળાં, દવ, વરસાદ, કરાં વિગેરેનું સામટું કારણ—ધુમસ, વાદળાં, દવ, વરસાદ વિગેરે બનાવવાનું એજ કારણછે. ગરમ હવા પેતાથી ઝીલી શકાય તેટલું પાણી. એટલે પોતે તર થાયછે તેટલું પાણી અથવા તેથી ઓછું પાણી અનદીઠ હાલતમાં ચુશી લેછે. એવી હાલતમાં જયારે તે એક જગ્યાએથી બીજી જગ્યાએ જતા, અથવા તો એકજ જગ્યાએ રહીને કોઇ કારણથી, થંડી થાયછે, ત્યારે પોતામાનું વરાળરૂપી પાણી ધુમસ અથવા વાદળાં તરીકે જાહેર કરેછે, અથવાતો વધારે થંડી થઇને દવ અને વરસાદનાં પ્રવાહી રૂપમાં, અને કરાં બરફ વિગેરે ઘટ રૂપમાં મુકી દેછે.

હિંદુસ્તાનનું ખુલ્લું અને ઇંગ્લંડનું ઘેરાયલું આકાશ—એ ઉપરથી જયારે આપણા હિંદુસ્તાન જેવાં ગરમ દેશમાં આકાશ ખુલ્લુ રેહેછે. ત્યારે ઇંગ્લાંડ જેવા થંડા દેશના ઘણુંખરૂં ઘેરાયલું કેવા કારણથી રહેછે, તે સમજ પડેછે. હિંદુસ્તાનની હવા ગરમ હોવાને લીધે તેમાં જોકે વરાળરૂપી પાણીનો વધારે ભાગ હોયછે, તોપણ ત્યાં આકાશ ખુલ્લું રહેછે. બીજા શબ્દોમાં ત્યાંની હવા તર થવાનાં બિંદુથી વધારે દૂર હોયછે. ઇંગ્લાંડની હવામાં પાણીનો ભાગ થોડો હોવા છતાં ત્યાંની હવા થંડી હોવાને લીધે જલદીથી તર થવાનાં બિંદુ ઉપર આવેછે, અને પોતામાંનું વરાળરૂપી પાણી. ધૂમસ, વાદલાં વિગેરે જાહેર પડતા આકારમાં બાંધી દેછે એ કારણને લીધે ત્યાંનું આકાશ ઘેરાયલું રહેછે.

દવ પડવાનું બિંદુ (dew-point)—આપણે ઉપર જોયું કે હવા જેમ ગરમ તેમ તેનાં વરાળરૂપી પાણી ચુશી રાખવાની શકતી વધારે; જેમ તે થંડી તેમ તે શકતી થોડી. શિયાળામાં થંડી હવા જોકે તેમાં વરાળરૂપી પાણીનો ભાગ થોડો હોયછે તે છતાં આપણને ભિનિ લાગેછે. પણ ઉનાળામાં જોકે સૂર્યનો તાપ વધારે હોવાથી અને તેને લીધે બાષ્પીકરણ વધારે ચાલ્યાથી હવામાં વરાળરૂપી પાણીનો ભાગ શિયાળા કરતાં વધારે હોયછે તે છતાં ગરમાને લીધે હવા ભિનિ લાગતી નથી. એ ઉપરથી માલમ પડેછે કે હવા વધારે યા ઓછી ભિનાશવાલીછે તેનો આધાર તેમાનાં વરાળરૂપી પાણીના જથ્થા ઉપર નથી હોતો; એનો આધારતો ગરમીનાં કયાં પ્રમાણે તે તર થાયછે, તે ઉપર રહેછે. જેમ હવા તર થવાની નજદીકમાં આવી હોય, તેમ તે ભિનાશવાળી ગણાય, અને જેમ તર થવાથી દૂર, તેમ ભિનાશ વગરની અથવા સૂકી ગણાય. એક ગરમ હવાના જથ્થામાં અને થંડી હવાના જથ્થામાં વરાળનો જથ્થો એકસ બે હોય, પણ પાછલી જયારે ભિનિ લાગેછે, ત્યારે પેહેલી સૂકી લાગેછે.

હવે ગરમીની જે હદે હવા વરાળરૂપી પાણીથી તર થઇ પોતાનુ પાણી પ્રવાહી રૂપે મુકી દેછે, તેને દવ પડવાનું બિંદુ કેહેછે. આપણને જયારે કેહેવામાં આવે કે હવાનું દવ પડવાનું બિંદુ ૬૫° છે ત્યારે આપણે એમ સમજવું કે હવામાં વરાળરૂપી પાણીનો ભાગ એટલોછે કે તેને જો ૬૫° સુધી થંડી કરીએ તો તેમાનુ પાણી દવ તરીકે એટલે પ્રવાહી રૂપમાં ઠરી જાય. જેમ હવાનું ગરમીનું પ્રમાણ દવ પડવાનાં બિંદુથી દૂર તેમ હવા ઓછી ભિનિ, જેમ તે પ્રમાણ દવનાં બિંદુની નજદીક તેમ તે ભિનાશવાલી સમજવી. એમ ધારો કે એક દાહડે હવાની ગરમીનું પ્રમાણ ૮૫° છે અને દવ પડવાનું બિંદુ ૭૫° છે, ત્યારે એ બિંદુઓ એકમેકથી ઘણાં દૂર હોવાને લીધે તે દિવસની હવા નજદીક સૂકી ગણાય. પણ જો તે દિવસે દવ પડવાનું બિંદુ ૮૨° અથવા ૮૩° હોય, તો હવા ભિનાશવાલી ગણાય; કારણ કે ત્યારે હવા જો કુદરત બે અથવા ત્રણ ડીગરી હેઠે ઉતરી થંડી થાય તો તેમાંનું પાણી તુરત ઠરી જાય.

ભિનાશ માપનાર યંત્રનો ઉપયોગ—દવનું બિંદુ અને હવામાનાં વરાળરૂપી પાણી માપનાર યંત્રને "હાયગ્રોમીટર" કેહેછે. એ ભિનાશ માપનાર યંત્રોના નોંધો ખેડુતોને ઘણા ઉપયોગી થઇ પડેછે. એ નોંધો ઉપરથી માલમ પડેછે કે નોંધ લેતી વખતની હવાની ગરમીનાં પ્રમાણનું બિંદુ દવ પડવાનાં બિંદુથી કેટલું દૂરછે. એ ખેડુત જો એ નોંધોનો લાભ લેતો તે પોતાનાં ખેતરમાંના ઘણાંક કુમળા રોપાઓનો થંડીથી બચાવ કરવાને શકતીવાન થાય. ઘણાએક ખેડુતો એ નોંધો ઉપરથી સાહુચેતી રાખીને કેટલીક વખતે જમીનને વધારે થંડી થતી અટકાવવાના ઉપાયો લેછે. એવી વખતે ફ્રાન્સમાં દરાક્ષના વેલાઓનો થંડીથી બચાવ કરવા માટે ખેતરોની પવનની દિશા ઉપર ધુમાડો કરવામાં આવેછે, જે ધુમાડો પવનથી ખેતર ઉપર પથરાઇ જઇ ઓથાતરીકે કામ લાગી જમિનને થંડી થતી અટકાવેછે.

વધારે ભિનાશ સાથની હવાની જગ્યાઓ અને ભિનાશની ફાયદાકારક અસર—ભુમધ્ય રેખા અને તેની આસપાસના ઉષ્ણ કટીબંધોની હવામાં ધ્રુવો તરફની હવા કરતાં એ વરાળરૂપી પાણીનો ભાગ વધારે હોયછે, કારણ કે ત્યાં સૂર્યનો તાપ વધારે પડવાથી બાશ્પીકરણ વધારે ચાલેછે. એ કારણને લીધે જ્યારે ઇંગ્લાંડની માફક ઉત્તર તરફ આવેલા થંડા મુલકોમાં બરે બપોરે ચાલતાં લુ લાગવાની ધાસ્તી રેહેછે, ત્યારે આપણા દેશમાં એ ધાસ્તી રેહેતી નથી. હિંદુસ્તાનના દેશીઓ જેઓને આપણા દેશની અતિઘણી ભિનાશ વાલી હવામાં ફરવાનો માહાવરો પડેલોછે તેઓ ઇંગ્લાંડ જેવા થંડા પણ થોડી ભિનાશ સાથની હવાવાળા દેશમાં ઉનાળામાં જે દિવસે સૂર્ય ખુલ્લો પ્રકાશેછે તે દિવસે જ્યારે બાહેર ફરેછે ત્યારે તેઓને ત્યાંનો તાપ ઘણો લાગેછે. આપણા દેશમાં એ વરાળ સૂર્યના તાપને કમી રાખેછે. ઉનાળાના ગરમ મહિનાઓમાં પણ આપણા દેશમાં ઝાડપાનો પોતાની લીલોતરી જાલવી રાખેછે; કેટલાકોતો એ મોસમમાં વધારે ખીલેછે. એનું કારણ પણ એ પાણીની વરાળછે. ઝાડપાનો પોતાની આસપાસની હવામાંથી હમેશાં એ વરાળ ચુસી લેછે, અને લીલોતરી ભરેલાં રહેછે. ધ્રુવ તરફ અતિઘણી થંડી છતાં એ વરાળની ગેરહાજરીને લીધે બરે બપોરે સૂર્યનો તાપ અતિઘણો જોસમાં લાગેછે.

એક ખંડના માહેલા ભાગો કરતાં દરિયા કીનારા ઉપર આવેલા દેશોમાં એ વરાળરૂપી પાણીના ભાગ વધારે હોયછે. એનું કારણ દેખીતુંછે. રાત અને દાહડો દરિયાઓમાંથી ઉપર ચડતી વરાળને ત્યાં ફુંકતા પવનો કીનારા ઉપરના દેશોમાં પાથરી નાખેછે. માહેલા ભાગનાં મુલકો કરતાં કીનારા ઉપરના મુલકોની હવા મધ્યમસર રેહવાનું બીજાં કારણો સાથે એ પણ એક કારણછે તે આપણે આગલ જોયુંછે. એ વરાળની ગેરહાજરીને લીધે મોટા ખંડોના જેવાકે એશિયા, અફ્રિકાનાં માહેલા ભાગોમાં જેમ દિવસના અને ઉનાળામાં સૂર્યનો તાપ જોસથી લાગેછે, તેમ રાતના અને શિયાળામાં કડકતી થંડી પડેછે. મધ્ય એશિયામા મુસાફરી કરનારાઓ એ બાબતનો પોતાનો કડવો અનુભવ હમેશાં જાહેર કરેછે. થોડાક વખત ઉપર મુસાફરી કરી આવનાર જાણીતો મુસાફર કેપટન બરનાબી પોતાની "રાઇડ ટુ ખીવા" એટલે ખીવા તરફની સવારી, એવે નામની ચોપડીમાં એ ભાગની સખ્ત રૂતુનો પોતાનો અનુભવ જાહેર કરેછે. એ કારણથી ઉત્પન્ન થતી થંડી માટે રૂશિયા અને મુખ્યત્વે કરીને તેનો સૈબિરિયાનો ભાગ મશહુરછે. સૈબિરિયામાં યકુટસ્ક નામનાં શેહેરમાં શિયાળામાં એ કારણને લીધે થંડી છેક—૮૧° સુધી પડેછે.

હવાનાં ઉંચેનાં પડો કરતાં જમિનપરનાં નીચેનાં પડોમાં વગાળરૂપી પાણી વધારે હોયછે. પાહાડોની ટોચ ઉપર બરે બપોરે સૂર્યના કિરણો ઘણાં જોશમાં લાગેછે તેનું કારણ પણ એજ પાણીની વરાળની તંગીછે.

આપણા શેહેરમાં જુદા જુદા મહિનાઓમાં પાણીની વરાળનો જથ્થો—જેમ વગાળરૂપી પાણી વગરની સુકી હવા દબાણ કરેછે તેમજ હવામાંનો વગાળરૂપી પાણીનો ભાગ પણ દબાણ કરેછે. ૧૮૪૭ થી ૧૮૭૨ સુધીનાં ૨૬ વરસોના કોલાબાની ઓબઝરવેટરીના નોંધો ઉપરથી દર મહીનામાં એ વરાળરૂપી પાણીનું બેરોમીટરના પારા ઉપર દબાણ કેટલું થાયછે તે નીચે આપેલુંછે.

જાનેવારી ...	૫૮૬	જુલાઈ.. ..	૯૧૫
ફેબ્રુવારી ...	૬૧૭	આગષ્ટ.. ..	૮૮૪
માર્ચ	૭૧૯	સપ્ટેંબર . ..	૮૭૬
એપ્રિલ....	૮૨૨	અક્ટોબર....	૮૫૨
મે......	૮૮૪	નવેંબર.....	૭૦૩
જુન.	૯૩૧	ડીસેંબર	૬૩૧

આખાં વરસની સરાસરી .૭૮૪ ૭૮૪.

એ કોઠા ઉપરથી માલમ પડેછે કે જાનેવારીમાં હવામાં પાણીની વરાળનો ભાગ સૌથી ઓછો હોયછે જાનેવારીથી જેમ ગરમી વધતી જાયછે તેમ બાશ્પીકરણ વધારે ચાલવાથી વરાળરૂપી પાણીનો ભાગ વધતો જાયછે તે છેક જુન માસ સુધી વધતો જાયછે. એ માસથી હવામાંનું એ વગાળરૂપી પાણી વરસાદ તરીકે જમિનપર પડીને ખાલી થાયછે, તેથી જુનથી એ દબાણ ઓછું થતું જાયછે તે પાછું છેક જાનેવારી સુધી ઓછું થતું જાયછે.

એ કોઠા ઉપરથી બીજું એ માલમ પડેછે કે નવેંબરથી માર્ચ સુધીમાં વગાળરૂપી પાણીનો ભાગ ઓછો રહેછે અને એપ્રિલથી અક્ટોબર સુધી વધારે રહેછે. એનાં કેટલાક કારણોછે. ૧ લું એકે એપ્રિલથી અક્ટોબર સુધીના મહીનાઓમાં સૂર્ય ભુમધ્ય રેખાની દક્ષિણે હોવાથી એટલે આપણા દેશપર તેનાં કિરણો આડકતરાં પડવાથી ગરમી ઓછી પડેછે અને બાશ્પીકરણ.

ધીમું ચાલેછે અને તેથી હવામાં વરાળરૂપી પાણીનો ભાગ ઓછો એકઠો થાયછે.

૨ જું. એપ્રિલથી અક્ટોબર સુધીમાં એટલે ઉનાળામાં પવનો આપણા કાંઠા ઉપર ઘણાખરા દરિયા તરફથી ફુંકેછે. તેઓ એ માસોમાં કલાકનાં સરાસરી ૧૬ા માઇલની ઝડપથી દોડેછે તેથી હવામાં દરિયા તરફથી વરાળનો મોટો જથ્થો લાવેછે. પણ શિયાળાના પવનો ઘણાખરા જમિન તરફથી ફુંકેછે તેથી તેઓ થંડાં અને સુક્કા હોવાને લીધે એ મહિનાઓમાં વરાળરૂપી પાણીનો ભાગ હવામા ઓછો રહેછે.

૩ જું. ઉનાળાના મહિનાઓમાં ઘણોખરો આખો દિવસ દરિયા તરફથી પવનની લેહેરીઓ ફુંકેછે, તેમાં ૨૭ મી એપ્રીલથી ૨૬ મી સપ્ટેંબર સુધીતો વગર ફેરવાયે ઘણોખરો આખો દાહડો દરિયા તરફથી લેહેરી ફુંકેછે. પણ શિયાળાના મહિનાઓમાં ફક્ત અર્ધો દિવસ એ દરિયા તરફની લેહેરી ફુંકેછે; તેથી હવામાં દરિયા તરફથી આવતો પાણીનો જથ્થો થોડોજ મળાયછે.

આપણા શેહેરમાં દીવસના જૂદે જૂદે કલાકે વરાળનો જથ્થો—આપણા શેહેરમાં કોલાબાની ઓબઝરવેટરીમાં લીધેલી નોંધોની સરાસરી ઉપરથી દિવસના જૂદે જૂદે કલાકે વરાળરૂપી પાણીનું નિચે પ્રમાણે દબાણ આવેછે.

સવારના કલાક.	દબાણ ઇંચમાં	બપોરના		રાતનાં			
૬	.૭૫૬	૧૨	.૭૮૨	૬	.૮૦૨	૧૨	.૭૮૨
૭	.૭૬૩	૧	.૭૯૬	૭	.૮૦૦	૧	.૭૭૮
૮	.૭૭૦	૨	.૮૦૭	૮	.૭૯૬	૨	.૭૭૫
૯	.૭૭૩	૩	.૮૧૧	૯	.૭૯૫	૩	.૭૭૦
૧૦	.૭૭૬	૪	.૮૧૧	૧૦	.૭૮૮	૪	.૭૬૪
૧૧	.૭૭૯	૫	.૮૦૫	૧૧	.૭૮૨	૫	.૭૫૯

એ કોઠા ઉપરથી માલમ પડેછે કે સવારના આસરે ૬ વાગતાથી વરાળરૂપી પાણીના ભાગનું દબાણ વધવા માડેછે. એ વખતે સૂર્ય ઉગવાથી તેના તાપથી બાફીકરણ જોશમાં શરૂ થવાને લીધે એ વધવા માડેછે તે પાછલા પોહોરના છેક ૪ વાગતા સુધી વધેછે. ૪ વાગતે એ દબાણ આખા દિવસમાં સૌથી વધારે થાયછે. ૪ વાગતા પછી સૂર્યનો તાપ નરમ પડવા માડેછે તેથી બાફીકરણ પણ ધીમું ચાલે છે એટલા માટે ૪ વાગતાથી એ વરાળનું દબાણ પાછું ઓછું થવા માડેછે અને રાતનાં તે દવ વિગેરે રૂપોમાં ઠરી જવાથી દબાણ ઘણું ઓછું થતું ચાલેછે તે છેક પાછલી રાતના અતિઘણું કમી થાયછે. દીવસે જે પ્રમાણે ગરમીનું પ્રમાણ વધઘટ થાયછે. નજદિક તેજ પ્રમાણે એ વરાળરૂપી પાણીનું દબાણ પણ વધઘટ થાયછે.

ધુમસ અને વાદળાંઓ.

હવા જ્યારે કોઇ પણ કારણથી એટલીબધી થંડી થાયછે કે પોતામાં પાણીની વરાળ તે ઝાલી શકતી નથી, ત્યારે તેવરાળરૂપી પાણી જૂદા જૂદા આકારમાં જમીન ઉપર મેલી દે છે. જ્યારે તે અનદીઠ વરાળ પાણીનાં અતિઘણા ઝીણાં રજકણોનું નજરે પડતું રૂપ પકડે છે ત્યારે તેનાં **ધુમસ અથવા વાદળાંઓ** બને છે. જ્યારે તે પ્રવાહી રૂપ પકડે છે ત્યારે દવ અને વરસાદ ઉત્પન્નથાય છે. જ્યારે તે ઘટ રૂપ પકડે છે ત્યારે કરા અને બરફ થાયછે. એ ઉપરથી માલમ પડે છે કે આપણી વાતાવરણમાં પાણીનાં સંબંધમાં બનતા જૂદા જૂદા કુદરતી બનાવો, જેવાકે ધુમસ, વાદળાં, દવ, વરસાદ, કરા, બરફ, એ સઘળાં, હવામાંનાં વરાળરૂપી પાણીનાં આપણી નજરે પડતાં રૂપો છે, અને એ સઘળાંનું કારણ એકજ છે. તે એ કે જ્યારે પાણીની વરાળ સાથની હવા, તેની ગરમીનું પ્રમાણ કોઇ પણ કારણથી ઓછું થતાં, તર થવાનાં બિંદુથી પણ વધારે થંડી થાયછે ત્યારે તેમાંની વરાળ એ નજરે પડતાં રૂપો પકડે છે.

ધુમસ.

ધુમસ એ જમીનની સપાટી ઉપરની હવામાં તરતી અને નજરે પડતી પાણીની વરાળછે. ધુમસ પડવાનું મૂળ કારણતો એકજ છે કે, જ્યારે એક ગરમ ભિનાશ સાથનું હવાનું પડ કોઇક કારણથી છેક દવ પડવાનાં બિંદુથી પણ વધારે થંડું થાય છે ત્યારે તેમાં ધુમસ બંધાય છે.

હવે આપણી પૃથ્વીના જૂદા જૂદા ભાગો ઉપર જૂદાં જૂદાં સાધનોથી એ પ્રમાણે હવા દવ પડવાના બિંદુથી થંડી થાય છે અને ધુમસ ઉત્પન્ન કરેછે.

૧ લું, કેટલીક વખત જમીન ગરમીનાં કિરણો ફેંકી થંડી થઇ પોતાની ઉપરનાં હવાનાં

પડને દવ પડવાના બિંદુથી વધારે થંડું કરી નાંખે છે અને ધૂમસ ઉત્પન્ન કરે છે. એવાં ધૂમસને કિરણો કે કાંઈ ઉત્પન્ન થયલો ધૂમસ (Radiation fog) કહે છે.

૨ જું, કેટલીક વખત એ હવાનું પડ એક થંડા પદાર્થના સંબંધમાં આવીને થંડું થઈને ધૂમસ ઉત્પન્ન કરે છે.

૩ જું, કેટલીક વખત એક ગરમ બિનાશ સાથની હવા ઉપર ચઢવાથી, તેનું દબાણ ઓછું થવાથી, અને તેને લીધે તે પ્રફુલ્લીત થઈને તર થવાનાં બિંદુ સુધી થંડી થઈને ધૂમસ ઉત્પન્ન કરેછે. એવાં ધૂમસને દબાણ ઓછું થવાથી ઉત્પન્ન થતો ધૂમસ (Barometric fog) કહે છે.

૪ થું, કેટલીક વખત એક ગરમ બિનાશ સાથનું હવાનું પડ એક થંડી હવાનાં પડ સાથે મળી જઈ દવ પડવાનાં બિંદુથી વધારે થંડું થાય છે, અને ધૂમસ ઉત્પન્ન કરે છે. એ જુદા જુદા રીતોથી હવા થંડી થઈને જે ધૂમસ ઉત્પન્ન થાય છે તેનો આપણે વિચાર કરીએ.

૧) કિરણો કે કાંઈ ઉત્પન્ન થતી થંડીથી બંધાતો ધૂમસ—કેટલીક વખતે એક સ્થિર એટલે પવન વગરની અને ખુલ્લી એટલે વાદળાં વગરની રાત્રે જમીન જ્યારે પોતાની ગરમી કિરણો ઉપરની ખાલી જગામાં ફેંકી થંડી થાય છે, ત્યારે તેની ઉપરનું હવાનું પડ પણ થંડું થાય છે. જ્યારે તે વધારે થંડું થાય છે ત્યારે તેમાંનાં પાણીની વરાળ દેખાતા આકારમાં ઝીણાં ઝીણા પાણીનાં ટીપાંઓનું રૂપ લેછે.

૨) થંડા પદાર્થોનાં સંબંધમાં આવીને તર થતી હુવાથી ઉત્પન્ન થતા ધૂમસ—દરિયા, નદીઓ, અને જંગલોમાં પડતે ધૂમસ ઘણોખરો એ વર્ગના ધૂમસમાં આવે છે. દરિયાની સપાટી ઉપર ધૂમસ જુદીજ રીતે પડેછે, તેની ઉપરની હવા કંઇ ગરમીનાં કિરણો ઉપરની ખાલી જગામાં ફેંકાઈ થંડી થતી નથી. આપણે જાણીયે છીએ કે પાણીની ખાસ ગરમી વધારે હોવાને લીધે પાણી કંઇ રાતનાં કિરણો ફેંકી ઘણું થંડું થતું નથી. ત્યારે દરિયાની સપાટી ઉપરની હવા કેવી રીતે થંડી થાયછે, અને ત્યાં ધૂમસ કેમ પડેછે તે આપણે તપાસીએ.

આપણે જાણીએ છીએ કે દરિયાઓમાં અને મહાસાગરોમાં જુદી જુદી જગ્યાએ ગરમીનું પ્રમાણ ઓછું વત્તુ હોવાથી ઊંડાણમાં અને સપાટી ઉપર જુદા જુદા પ્રવાહો વેહેછે. બીજું આપણે જાણીએ છીએ કે દરિયાઓની ઉંડાઇ સઘળી જગાએ એકસરખી હોતી નથી. કેાઈ તેઓ ચાર પાંચ માઇલ ઉંડા હોયછે તો કેાઈ એક યા અરધો માઇલ, તો કેાઈ ખડક આવવાથી ફક્ત ૫૦ યા ૧૦૦ ફૂટ હોયછે. હવે જો એક દરિયાના ઊંડાણમાં વેહેતા થંડા પ્રવાહોની વાટમાં એવા ઉપર નીકળી આવેલા ખડક યા ટેકરાથી અટકાવ થાયછે તો તેનાં વેહેતાં પાણી, અંદર વેહેતાં અટકી સપાટી ઉપર નીકળી આવેછે, અને સપાટી ઉપરની બિનાશ સાથની હવાની ગરમીનું પ્રમાણ ઓછું કરી નાંખી તેને તર થવાના બિંદુથી વધારે થંડી કરી નાંખેછે. એટલા માટે તેવી જગ્યાએ પુષ્કળ ધૂમસ પડેછે. વહાણવટીઓ જ્યારે દરિયાની મુસાફરી કરતાં એવી કોઈક જગાએ ધૂમસ ઉત્પન્ન થયલો જોયછે ત્યારે સાવચેતીથી વહાણ ચલાવેછે, કારણ કે તેઓને એ ઉપરથી માલુમ પડેછે કે એ જગ્યાએ ઉપર નીકળી આવેલા ખડકો હશે.

દરિયાઓમાં જેમ પ્રવાહો તેમ કેટલીક વખતે બરફના મોટા ટુકડાઓ (Ice bergs) ધૂમસ ઉત્પન્ન કરેછે. બરફથી બંધાઈ ગયલા ઉત્તર મહાસાગરમાથી ઘણીક વખતે ટેકરાઓ જેવડા મોટા બરફના ટુકડાઓ વેહેતા વેહેતા છેક નીચના અક્ષાંશોમાં આવેછે. એ બરફના ટુકડાઓ ઉપરના થંડી થયલી હવા જ્યારે આજુ બાજુની ગરમ બિનાશ સાથની હવા સાથે મળી જાયછે ત્યારે ધૂમસ ઉત્પન્ન થાયછે. વહાણવટીઓ એવી વખતે ઘણીક મુશ્કેલીમાં આવી પડેછે, કારણ કે ધૂમસને લીધે એ મોહટા ટેકડાઓને તેઓ દૂરથી જોઇ શકતા નથી, અને તેથી તેઓ સાથે અથડી પડવાની તેઓને ધાસ્તી રહેછે.

ગીચ જંગલો ઉપર પણ કેટલીક વખતે એ કારણથી ઘણો ધૂમસ પડેછે. આપણે જાણીએ છીએ કે ઝાડપાન હમેશાં એક જગાની ગરમીનું પ્રમાણ ઓછું રાખેછે. એટલા માટે જ્યારે ગરમ બિનાશવાળા પવનો ઝાડપાનોનાં ગીચ જંગલો ઉપરથી ફુકેછે ત્યારે થંડા થઇને પોતાનાં પાણીની વરાળ ધૂમસ તરીકે નજરે પાડેછે.

૩. દબાંણ ઓછું થવાથી ઉત્પન્ન થતી થંડી હુવામાં બનતો ધૂમસ—પહાડોની ટોચો કેટલીક વખતે ધૂમસથી ભરાઈ

ગયલી દીસેછે. તેનું કારણ એછે કે ગરમ ભિનાશ સાથની હવા જ્યારે ફુંકતી ફુંકતી આવીને પાહાડોને અથડેછે ત્યારે ઉપર ચઢેછે. જેમ જેમ તે ઉપર ચઢેછે તેમ તેમ તેના ઉપરનું દબાંણ ઓછું થયછે અને તેનાં રચાણો છુટાં પડતાં જાયછે; તે રચણોને છુટી હાલતમાં રાખવા માટે ગરમીનો વધારે ખપ થાયછે તેથી તે ગરમ હવા ઉપર ચઢતા થંડી થાયછે. આખરે ઉપર ચઢતાં દબાંણ ઘણું ઓછું થયાથી તે એટલી થંડી થાયછે કે તેમાંના પાણીના વરાળ ધુમસ તરીકે નજરે પડેછે.

૪. બે પ્રવાહોના મલવાથી ઉત્પન્ન થતા ધુમસ—દરિયા કિનારા ઉપર અને મુખ્યત્વે કરીને જમીનની દરીયામાં ગુસેલી ટોંચો ઉપર પણ ધુમસ વધારે પડેછે. એનું કારણ એછે કે હમેશાં દરિયા અને જમીનનાં ગરમીનાં પ્રમાણો વચ્ચે ફેર રેહેછે. ઉનાળામાં દરિયો જમીન કરતાં વધારે થંડો હોયછે અને શિયાળામાં જમીન કરતાં વધારે ગરમ હોયછે. એ કારણને લીધે જ્યારે દરિયા યા જમીન ઉપરથી એક બીજા ઉપર થંડા યા ગરમ પવનો ફુંકેછે ત્યારે કોઈ વખતે તેઓનું સામટું ગરમીનું પ્રમાણ તર થવાનાં બિંદુથી હેઠે ઉતરીને ધુમસ ઉત્પન્ન કરેછે.

ગ્રેટબ્રિટનમાં ઘણો ખરો શિયાળામાં ઘણો ધુમસ પડેછે; કારણ કે તેની એક બાજુએ આટલાંટીક મહાસાગર આવેલોછે, જેનાં વધારે ગરમીનાં પ્રમાણવાળાં પાણી, પોતાની ઉપરની હવાને ગરમ અને ભિનાશથી ભરેલી રાખેછે. બીજા હાથ ઉપર પુર્વ દિશાએ ફકત છાલકાં પાણીનાં દરિયાઓથી જાદો પડેલો યુરોપખંડ આવેલોછે, જેની હવા એ ઋતુમાં થંડી હોયછે. જ્યારે એ બે હવાના પ્રવાહો એ બે ભાગોની વચ્ચે આવેલાં ગ્રેટબ્રિટનનાં મુલક ઉપર સાથે મલેછે ત્યારે તર થવાના બિંદુથી નીચે ઉતરીને પોતામાનું વરાળરૂપી પાણી ધુમસ તરીકે જાહેર પાડેછે.

વાદળાં.

જે કારણોથી ધુમસ ઉત્પન્ન થાય છે તેજ કારણોથી વાદળાં ઉત્પન્ન થાય છે. ધુમસ અને વાદળાં બેઉ આપણી વાતાવરણમાંનાં વરાળરૂપી પાણીના નજરે પડતાં રૂપો છે. એ બેમાં ફરક એટલોજ છે કે ધુમસ જમીનની સપાટી ઉપર બંધાય છે અને દેખાય છે પણ વાદળાં જમીનની સપાટીથી ઘણા ઉંચે બંધાય છે.

૧. દિવસનાં સૂર્યના તાપને લીધે આપણી પૃથ્વિ ઉપર બાષ્પીકરણ ઘણું જોશમાં ચાલે છે અને હવામાં વરાળરૂપી પાણીનો ભાગ વધારે જમાવ થાય છે. વળી દિવસનાં સૂર્યના તાપથી જમીન ગરમ થઈને તે ઉપરની હવા પણ ગરમ થાય છે; તે હવા ગરમ થઈને હલકી થઈને ઊપર ચહડેછે અને તેના સાથે બેલાઈને પાણીની વરાળ પણ ઉપર ચહડે છે. એ વરાળ સાથની હવા ઉપર ચઢતાં ચઢતાં તેની ગરમી કમી થવાને લીધે અને તે વળી થંડી હવાના સંબંધમાં આવે છે તેને લીધે થંડી થાય છે. આખરે જ્યારે તે તર થવાના બિંદુથી વધારે થંડી થાય છે ત્યારે તેમાંનું વરાળરૂપી પાણી વાદળાં તરીકે બંધાય જાય છે; અને તે આગતે જેમ જેમ બીજી વરાળ સાથની હવા ઉપર ચઢી જઈને થંડી થાય છે તેમ તેમ વાદળાં વધારે બંધાતાં જાય છે.

૨. મી૦ ગ્લેશર અને બીજા હવામાં બલુનની મારફતે મુસાફરી કરનારા વિદ્વાનોએ નક્કી કર્યું છે કે આપણી જમીનની સપાટીથી કેટલીક ઊંચાઈએ હમેશાં હવાનાં પ્રવાહો ફુંકે છે. તેઓ એકમેકની ઉપર કેટલીક વખતે જૂદી જૂદી દિશાએ અને વારેઘડીએ એક બેકની સામી બાજુએથી ફુંકે છે. હવે જ્યારે જૂદી જૂદી ગરમીનાં પ્રમાણનાં બે પ્રવાહો—એક થંડો અને સુકો અને બીજો ગરમ અને ભિનાશ સાથનો—એ પ્રમાણે ફુંકે છે ત્યારે તેઓ કેટલીક વખતે સાથે મલી જઈને તર થવાના બિંદુથી વધારે થંડા થાયછે અને તેથી તેઓમાંની વરાળ વાદળાંરૂપે બંધાઈ જાય છે.

૩. વળી કેટલીક વખતે એમ પણ બને છે કે જમીનની સપાટી ઉપરની હવા જ્યારે ગરમ અને ભિનાશ સાથની હોય છે ત્યારે એક બાજુથી થંડો અને સુકો અને તેટલા માટે ભારી પવન ફુંકેછે. એ પવન જોશમાં ફુંકીને પેલી ગરમ ભિનાશ સાથની હવાને ઉપર ચઢવાની ફરજ પાડેછે. તે ઉપર ચહડતાં થંડી થઈ જવાથી તેમાંની વરાળ વાદળાંરૂપે બંધાઈ જાયછે. ગ્રેટબ્રીટનમાં વાદળાં બંધાવનું અને વરશાદ પડવાનું એ મુખ્ય કારણ છે. પશ્ચીમ અને નૈરૂત્યકોણ તરફ આવેલા આટલાંટિક માહાસાગરમાંથી ભિનાશ સાથનાં જે ગરમ પવનો ફુંકેછે તે પવનોને પૂર્વે આવેલાં યુરોપખંડના મોટા જમીનના ભાગ ઉપરથી ફુંકતાં થંડા ભારી પવનો ઉપર ચઢવાની ફરજ પાડેછે. તેઓ ઉપર ચઢતા થંડા થાયછે અને તેઓમાંનું

વરાળરૂપી પાણી વાદળાં તરીકે બંધાઇ જાએ છે અથવા વરસાદ તરીકે હેઠે પડે છે.

૮. પાહડોની ટોંચ ઉપર વાદળાં.—ઘણીક વખત પાહાડોની ટોંચ ઉપર નવડાં વાદળાં બંધાયલાં રેહેછે એનું કારણ ધુમસની બાબતમાં જણાવ્યું તેમ એ છે કે ભિનાશ સાથનાં ગરમ પવનો જ્યારે ફુંકતા ફુંકતા આવીને પાહાડોની કઢણોને અથડેછે ત્યારે તેઓને પોતાના માર્ગમાં અટકાવ થવાથી પાહાડોની કઢણો ઉપર ચઢવું પડેછે. ઉપર ચઢતાં ચઢતાં તેઓ થંડા થાયછે, અને છેક ટોંચ ઉપર જતાં તેઓ એટલાતો થંડા થાયછે કે તેઓમાંનું વરાળરૂપી પાણી અદૃશ્ય હાલતમાં ઝીલાઇ ન શકવાને લીધે વાદળાં તરીકે બંધાઇ જાયછે. બીજું પહાડોની ઉપરની હવામાં વરાળરૂપી પાણીનો ભાગ વધારે ન હોવાને લીધે તેઓની ઉપરની જમીન ગરમીનાં કિરણો વગર અટકાવે ફેંકી થંડી થાયછે અને તેથી તેઓ ઉપરની હવા પણ થંડી થાયછે અને તેથી તર થવાનાં બિંદુની નજદીક આવીને પોતાની વરાળ વાદળાતરીકે બાંધી દેછે.

કેટલીક વખતે પહાડની કોઇક ઊંચી ટોંચ ઉપર જ્યારે આજુ બાજુ સઘળું ખુલ્લું રેહેછે ત્યારે એક વાદળું સ્થિર ઠરી રહેલું હોય તેમ લાગેછે. તે ઉપર કહેલાં કારણથીજ બંધાયછે, પણ તે જેમ જોનારને સ્થિર અને ફેરફાર થયા વગરનું દેખાયછે તેમ ખરેખર હોતું નથી. પહાડની એક કઢણેથી ભિનાશ સાથની ગરમ હવા ઉપર ચઢીને વાદળું બાંધેછે પણ તે વાદળું પહાડની બીજી કઢણ ઉપર નીચે ઉતરીને પાછું ગરમીથી પીગળી જાયછે, અને તેની જગાએ પાછી નવી હવા ઉપર ચઢી બીજું વાદળું બાંધેછે. એ પ્રમાંણેની ક્રીયા ચાલુ રેહેછે. એ કારણને લીધે જોકે તે વાદળું આપણને દૂરથી સ્થિર ઠરી રેહેલું અને એકનું એકજ લાગેછે તોપણ તે હમેશાં ઉપર ચઢતાં વરાળરૂપી પાણીના નવાં રજકણોથી બનતું જાયછે.

વાદળાં ટીંગાઈ રહેવા વિષે અનુમાંન, હવે વાતાવરણમાં વાદળું કયાં કારણથી ટીંગાઇ રેહેછે તે વિષે બે રીતે અનુમાન કરવામાં આવેછે, પેહેલું, "હેલી" નામનાં વિદ્વાંનનાં વિચાર પ્રમાંણે વાદળાં ઘણાં બારીક પણ પોકળ પરપોટાઓનાં બનેલાંછે. એ પરપોટાઓ સાબુનાં ફિણનાં પરપોટાઓની માફક હવાથી ભરેલા હોયછે. એ હવા આજુ બાજુની હવા કરતાં વધારે ગરમ અને તેટલા માટે હલકી હોવાથી તે પરપોટાઓ જાણે નાના બલુનો હોય તેમ ઉપર તર્યા કરેછે. એ કારણથી વાદળાં હવામાં ટીંગાઇ રેહેછે. હેલીનાં એ અનુમાંનને સોસર, ક્રેટ્ઝેનસ્ટીન વિગરે બીજા વિદ્વાંનોએ ટેકો આપ્યોછે.

સર જોન હર્શલ અને હાલનાં બીજા વિદ્વાંનો ઉપલાં અનુમાનને ટેકો આપતા નથી, તેઓ એ ટીંગાઇ રેહેવાનું કારણ જુદી રીતે સમજાવેછે; એઓનાં અનુમાંન પ્રમાંણે વાદળાં અતિઘણાં બારીક પાણીના રજકણોથી બનેલાંછે અને તેઓ આપણી પૃથ્વી ઉપરથી હમેશાં ચઢતા પ્રવાહોનાં જોરથી ટકી રહેછે. એ અનુમાન પ્રમાણે જ્યારે ઉપર ચઢતા પ્રવાહો બંધ પડેછે ત્યારે વાદળાંઓ નીચે ઉતરેછે અને વધારે ગરમ હવાનાં સંબંધમાં આવ્યાથી પીગલેછે. એવી વખતે, દાખલા તરીકે રાત્રે, તેઓ આપણને નીચે ઉતરેલાં દેખાતાં નથી, પણ એકની એક ઉંચાઇએ દેખાયેછે; તેનું કારણ એ કે એ વાદળાં નીચે ઉતરવા માંડેછે તે વખતે જ્યારે તેઓનો નીચલો ભાગ પેહેલાં નીચે ઉતરવા માંડવાથી ગરંમ હવાનાં પડોનાં સંબંધમાં આવી પીગલી જાયછે ત્યારે ઉપલા ભાગમાં નવી વરાલ પાછી બંધાતી જાયછે અને તેનાં વાદળાં બનતાં જાયછે. એ કારણને લીધે જોકે આપણને એકનું એકજ વાદળું એકની એકજ ઉંચાઇયે દેખાયછે તોપણ આપણે એમ નહી સમજવું કે તે એકનું એકજ છે. તેમાં ફેરફાર, જોકે તે આપણને દેખાતો નથી, તોપણ હમેશાં ચાલુ રેહેછે; નીચેથી તેઓ પીગલતાં જાયછે અને ઉપરથી તેઓ બંધાતાં જાયછે.

વાદળાંની ઉંચાઈ—કેટલાક વિદ્વાનોની નોંધો ઉપરથી સિદ્ધ થયુંછે કે આપણી જમિનની સપાટીથી વાદળાંઓની ઉંચાઇ ૧૩૦૦) ફૂટથી ૨૫૦૦૦) ફૂટ સુધીની હોયછે. ગેલ્યુઝેક અને ગ્લેશરે બલુનમાં ઉડી નોંધો લઇને જાહેર કર્યુંછે કે ૨૫૦૦૦) ફૂટથી પણ વધારે ઉંચાઇએ વાદળાંઓ હોયછે. ૧૮૦૪ ના સપટેંબરમાં ગેલ્યુઝેક જ્યારે ૨૩૦૦૦ ફૂટની ઉંચાઇએ બલુનમાં ચઢયો હતો ત્યારે તેણે જોયું કે તેનાંથી હજુ અતિઘણી ઉંચાઇએ પણ વાદળાંઓ હતાં. એવું માનવામાં આવેછે કે "સીરસ" નામનાં વાદળાંઓ છેક ૧૦ માઇલની ઉંચાઇ સુધી હોયછે. જો એક માણસ બલુનમાં બેશી ઉંચે ઉડશે તો થોડીક

ઉંચાઇએ ઉડવા પછી તે પોતાની ઉંચાઇની સપાટીએ થોડાંક વાદળાં જોશે. ત્યાંથી ઉપર ચહડતાં ઘણુંક સુધી વળી તદન ખુલ્લી વાદળાં વગરની જગા જોશે. વલી ઉપર ચઢતાં પોતાની ઉંચાઇની સપાટીએ થોડાંક વાદળાં જોશે. વળી ત્યાંથી ઉપર જતાં તદન ખુલ્લું, પણ પછી થોડાંક વાદળાં. એ પ્રમાણે એ જાદીજાદી ઉંચાઇએ દેખાતાં વાદળાં એવી સાબિતી આપેછે કે આપણી જમિનની સપાટીથી ઉપર ચઢતાં જાદી જાદી ગરમીનાં પ્રમાણનાં અને જાદા જાદા ભિનાશનાં હવાનાં પ્રવાહો એક અથવા બીજી બાજુએથી ફુંકેછે. એ પ્રવાહોમાંનાં કેટલાકો જયાં સાથે મેલીને પોતાનું સામતું ગરમીનું પ્રમાણ તર થવાનાં બિંદુથી કમી કરેછે ત્યાં વાદળાં બંધાયછે. જયાં એમ નથી બનતું ત્યાં હવા ખુલ્લી રેહેછે.

વાંદળાંઓની નોંધ—વાદળાંઓની નોંધ લેતી વખતે તેઓ કઇ જાતનાંછે, વાતાવરણનાં નીચલા અને ઉપરના ભાગોમાં તેઓ કઇ બાજુએ દોડેછે અને તેઓ આકાશનો કેટલો ભાગ ઘેરેછે એ સઘળું જોવામાં આવેછે. આકાશનો કેટલો ભાગ તેઓથી ઘેરાયલો હોયછે તે નક્કી કરવા માટે આખાં ઘેરાયલાં આકાશને કોઇ ચોકસ આંકથી ગણવામાં આવેછે, ને પછી જેટલું આકાશ ઘેરાયલું હોયછે તેટલાંને તે આંકનાં પ્રમાણમાં ગણવામાં આવેછે. દાખલા તરીકે આપણાં દેશમાં આખાં આકાશ જો ઘેરાયેલું હોયછે તો તેને ૧૦ નાં આંકથી ગણવામાં આવેછે; પછી જેટલું આકાશ ઘેરાયલું હોય તેટલાંને ૧૦ ના ભાગ ઉપર પ્રમાણ લઇ કેહેવામાં આવેછે. દાખલા તરીકે જો અરધું આકાશ ઘેરાયલું હોયતો તેને ૫) ગણવામાં આવેછે. જો તદન ખુલ્લું હોયતો તેને વાસતે મિંડું ૦ લેવામાં આવેછે. કોઇ શેહેરમાં આખું આકાશ ઘેરાયલું હોય તેને ૮ ગણવામાં આવેછે. કેઠે કોઇ જુદાજ આંકથી ગણવામાં આવેછે. આકાશ કેટલું ઘેરાયલું છે તેનો આંક જાહેર કરવા આગમચ તેનું માપ કેહેવું જોઇએ કે ૦ થી ૧૦ એટલે સુનથી દસનો માપ કે ૦ થી ૮ એટલે સુનથી આઠનાં માપથી યા બીજા કોઇ માપથી તે ગણવામાં આવ્યુંછે.

મુંબઈ શેહેરમાં વાદળાંની નોંધ—આપણા શેહેરમાં ૦ થી ૮ નું માપ ગણવામાં આવેછે. ૧૮૪૭ થી ૧૮૭૨ સુધીની ૨૬ વરસોની નોંધોની સરાસરી ઉપરથી જાદા જાદા મહિનાઓમાં નીચે પ્રમાણે પ્રમાણ આવેછે:—

જાનેવારી.	૧˙૫	જુલાઈ............	૭˙૩
ફેબ્રુવારી..... ...	૧˙૧	આગસ્ત...	૭˙૨
માર્ચ	૧˙૫	સાપ્ટેંબર...	૬˙૦
એપ્રિલ.....	૨˙૦	અક્ટોબર.........	૪˙૬
મે.........	૩˙૪	નવેંબર............	૧˙૯
જુન...	૬˙૫	ડીસેંબર...	૧˙૪

આખાં વરસની સરાસરી ૩˙૯ આવેછે. એ કોઠા ઉપરથી માલમ પડેછે કે ચોમાસાંનાં મહિનાઓમાં કાદયા પ્રમાણે ગરમીનું પ્રમાણ વધતું નથી તેનું એક કારણ એ છે કે એ મહિનાઓમાં આકાશનો મોટો ભાગ ઘેરાએલો હોવાથી સૂર્ય તરફથી કિરણો રૂપે આવતી ગરમી ઓછી હોયછે.

વાદળાંઓની દોડવાની ઝડપ—જમીનની સપાટી ઉપર જે પવનની ઝડપ હોયછે તેનાં કરતાં આકાશમાં વાદળાંની દોડવાની ઝડપ અતિઘણી હોયછે. ખુલ્લાં મેદાંનો ઉપર પડતા, દોડતાં વાદળાંઓની છાયા ઉપરથી એવી ગણત્રી કરવામાં આવીછે કે જયારે જમીનની ઉપર ફકત ધીમી લેહેરી ફુંકતી હોયછે ત્યારે આકાશમાં ધીમે ધીમે દોડતાં વાદળાંઓની ઝહડપ કલાકનાં ૭૦ મૈલ હોયછે. કલાકનાં ૧૧૦ મૈલની ઝડપ તો ઘણી સાધારણ ધારવામાં આવેછે. જમીનની સપાટી ઉપર પવનની ઝડપ જયારે કલાકના ૮૦ મૈલની થાય ત્યારે તો તે અતિઘણું મોટું તોફાંન ગણાય, જેનાં જોશની સામે ઘણી થોડા ચીજો ટકી શકે.

વાદળાંઓથી મલતી તોફાંનની અગમચેતી—માણસનાં ચેહરા ઉપરથી જેમ કોઇ વખત તેનાં તન અને મનની હાલત પારખી શકાયછે તેમ આસમાંનની સપાટી જાણે આપણી વાતાવરણનો ચેહરો હોય તેમ તે ઉપર જોઇને વાદળાંઓનાં આકાર, ઝડપ વિગેરે બાબતો ઉપરથી વાતાવરણમાં બનતા ફેરફારોની કેટલીક વખત અગમચેતી કરવામાં આવેછે. અસલનાં વાયુચક્રશાસ્ત્રીઓ જયારે તેઓ પાશે યંત્રો નહી હતાં ત્યારે ફકત આકાશ જોઇને હવાના ફેરફારો અને રૂતુ વિષે અગમચેતી આપતા હતા. એક અનુભવી ખલાસી, માછી અથવા ખેડૂત જેને રાત દહાડા પોતાનાં ધંધા માટે ખુલ્લી જગ્યાએ ફરવું પડેછે અને જેને વારેઘડીએ આકાશ તરફ નજર કરવી પડેછે તે હાલ પણ આકાશ ઉપરનાં વાદળાં વગેરની ઉપર નજર કરી થોડા વખતમાં હવામાં શું ફેરફાર થશે તે કહી શકેછે. કેટલીક વખતે તેઓની અગમચેતીઓ વાયુચ-

ઋથાસ્ત્રનાં યંત્રોથી મેળવેલી અગમચેતીઓની માફક ખરી પડેછે. એ ઉપરથી માલુમ પડેછે કે વાદળાંઓનાં આકાર, હીલચાલ વીગેરેની નોંધ કરવી ઘણી અગત્યનીછે.

વાદળાંનાં વર્ગો—એ નોંધો ચોક્સ રીતે લેવાને માટે લાંબા વખતનાં અનુભવની અગત્ય છે. વાદળાંઓનાં આકારો પ્રમાણે વિદ્વાનોએ તેઓનાં જૂદા જૂદા વર્ગો કરેલાછે. આકાશમાં દેખાતાં જૂદાં જૂદાં વાદળાંઓ કયા વર્ગમાં આવેછે તે કેહવાનું મુસ્કેલછે. એતો લાંબા વખતનાં અનુભવથી આવડેછે. કેટલીક વખતે એવા અનુભવીઓ પણ પોતાનાં વિચારોમાં જૂદા પડેછે. એક જણ એક વાદળાંને એક જાતનું કેહેછે તો બીજો તેને બીજી જાતનું કેહેછે. ૧૮૦૩ માં લ્યુક હાવર્ડ નામનો વિદ્વાન જેણે એ બાબતનો ઘણો અભ્યાસ કર્યો હતો તેણે વાદળાંઓનાં જુદા જુદા ૭) વર્ગ કરેલાછે. હાલનાં વિદ્વાનો જોકે એ વિદ્વાનની વેહેંચણી પુરતી સહમત જતા નથી તોપણ તેઓ જ્યાંસુધી કંઈ વધારે સારી વેહેંચણી કોઇ વિદ્વાન ન કરે ત્યાંસુધી એને આપેલાં નામો પ્રમાણેજ વાદળાંઓને ઓળખેછે.

હાવર્ડે કરેલા વાદળાંનાં વર્ગો—હાવર્ડે કરેલા ૭ વર્ગોમાનાં પેહેલા ૪ વર્ગો મુખ્યછે:—

૧. ગુચ્છાંવાલું વાદલું (સીરસ cirrus) લેટીન શબ્દ સીરસ એટલે ગુચડું એ ઉપરથી એ વાદળાંનું નામ પડયુ છે, કારણ કે એ વાદળાંનો આકાર ગુચડાંનાં જેવો હોયછે. એ વાદળાં થોડા વખતનાં અનુભવથી ઓળખી શકાયછે. તેઓ રૂના પુમરાંની માફક ગુંચવાયલાં હોયછે. બીજાં સઘલી જાતનાં વાદળાંઓ કરતાં તેઓ ઘણાં પાતળાં હોયછે, તેથી તેઓ આકાશમાં ઘણાં ઉંચે જોવામાં આવેછે. કેટલીક વખતે છેક ૧૦ મૈલની ઉંચાઇએ તેઓ જોવામાં આવેછે. જયારે હવા શાંત હોયછે ત્યારે તેઓ બલુ આકાશની ઉપર જાણે એકમેકની ઉપર સફેદ લિટીઓ દોરી હોય તેમ પથરાયલાં હોયછે. કોઇ વખત આડી લિટિની માફક તો કોઇ વખત ઉભી લિટિની માફક તેઓ માલમ પડેછે. જયારે તેઓની એવી આડી અને ઉભી હારો એકમેકને ઓળંગીને મળી જાયછે ત્યારે જાણે એક રળિયામણી જાલી ગુંથી હોય તેવો દેખાવ નજરે પડેછે. તેઓ આકાશના અતિઘણાં ઉંચા ભાગો જયાં અતિઘણી થંડી હોવી જોઇએ ત્યાં જોવામાં આવેછે, એ ઉપરથી અનુમાન કરવામાં આવેછે કે તેઓ બરફના અતિ ઘણાં ઝીણા રચકણોથી બન્યાં હશે. એ અનુમાનને ટેકો એ ઉપરથી મલેછે કે રોશનીનાં પ્રતિબિંબ થયલાં અને મરડાયલાં કીરણો (reflected and refracted rays) બરફ ઉપર પડયાથી રોશની સંબંધી જે કુદરતી દેખાવો દેખાયછે તે દેખાવો ઘણુંખરું એ જાતનાં વાદળાંઓમાં જણાયછે. એ વાદળાંઓની અંદર કેટલીક વખત સૂર્ય અને ચંદ્રની આસપાસ થતાં રોસનીનાં ચક્રો બનેછે, અને એઓની વચમાં કેટલીક વખતે સૂર્યનાં બે આકાર દેખાયછે, એટલે કે જાણે બે સૂર્ય હોય તેમ આપણને માલમ પડેછે.

નીચે આપેલાં વાદળાંઓનાં ચિત્રમાં સૌથી ઉંચે સફેદ રૂનાં પુમરાંની માફક દેખાતાં વાદળાં એ સીરસ જાતના વાદળાં છે. ચાર ઉડતાં પક્ષીઓથી એઓને ચિત્રમાં દેખાડયાં છે.



ઢગલારૂપી વાદળું (કયુમ્યુલસ).—લેટીન શબ્દ કયુમ્યુલસ એટલે ઢગલો એ ઉપરથી એનું નામ પડેલુંછે, કારણ કે તેઓ એક એક ઉપર ઢગલા કર્યા હોય તેવા આકારના બનેછે. તેઓ ઘટ હોયછે અને સીરસ વાદળાં કરતાં વાતાવરણનાં નીચલા ભાગોમાં દેખાયછે અને ખુદ જમીનથી થોડીક ઉંચાઇએ ફુંકતા પ્રવાહોથી તેઓ એક ગમથી બીજી ગમ ઘસડાતાં માલુમ પડેછે. એઓને "દીવસનાં વાદળાં" પણ કેહેછે કારણ કે દિવસનાં સૂર્યના તાપથી ગરમ થયલી જમીન ઉપરથી જે હવાનાં પ્રવાહો ઉપર ચઢેછે તે પ્રવાહોથી એઓ બનેછે. દિવ-

સનાં ગરમ બિનાશ સાથનાં પ્રવાહો હલકા થઇ ઉપર ચઢી થંડા થાયછે અને એ વાદળાંઓ બંધાયછે. માણસનાં એક હાથ જેટલાં નાના કદથી શરૂ થઈ એ વાદળું આસ્તે આસ્તે મોટું થતું જાયછે. એનો નીચલો ભાગ સપાત રેહેછે. પણ ઉપરનો ભાગ જાણે એક એક ઉપર ઢગલો કર્યો હોય તેમ વધેછે અને સેવટે તે વાદળું એક પહાડ જેટલું મોટું થાયછે, એટલે કે ઉપરથી તે અર્ધા ગોલાનાં જેવું અને નીચેથી સપાત હોયછે. એ વાદળાંઓનાં પરાનાં આકાર જેવા મોટા ઢગ થાયછે. તેનું કારણ એઓની બંધાવાની રીતછે. જયારે એક વાયુરૂપી અથવા પ્રવાહી પદાર્થને બીજા એવા પદાર્થમાં રેડવામાં આવેછે ત્યારે તે કુંડાલાંનાં આકારે તેની સાથે ભેલાયછે. જો પાણીની અંદર શાહી રેડશો તો પાણીમાં જાણે વાદળાં બંધાતાં હોય તેમ તે શાહી વાદળાંનાં જેવા આકારમાં તેમાં ભેલાઈ જાયછે. એક વરાળ યંત્રમાંથી ધૂમાડો નીકલેછે તે પણ હવામાં વાદળાંની માફક પંથરાઇ જાયછે.

ચિત્રમાં સીરસ વાદળાંની હેઠે પહાડોના ટેકડાઓની માફક અને એક એક ઉપર ઢગલો કર્યો હોય તેવી રીતે દેખાતાં વાદળાંઓ એ જાતનાં વાદળાં છે. એ ચિત્રમાં એઓને ત્રણ ઉડતાં પક્ષીઓથી દેખાડવામાં આવ્યાં છે.

પડવાલું વાદળું (સ્ટરેટસ)—લેટીન શબ્દ સ્ટ્રેટસ એટલે પંથરાયલું એ ઉપરથી એ વાદળાંનું નામ પડેલું છે, કારણ કે એ લાંબાં અને ઘણાક તફાવત સુધી પંથરાયલાં વાદળાંઓનાં સપાત પડોથી બનેલું હોયછે. સઘલી જાતનાં વાદળાંઓમાં તે સૌથી નીચે બંધાય છે. એને કેટલીક વખતે "રાતનું વાદળું" કરી કેહેવામાં આવે છે, કારણ કે તે સાંહાંજનાં સૂર્ય અસ્ત પામતી વખતે બનેછે, રાતના ઘટ્ટ થતું જાયછે અને કદમાં વધેછે અને દિવસ થતાં બેમાલુમ થાય છે. દિવસના સૂર્યના તાપથી જે વરાળ ઊપર ચઢેલી હોયછે તે વરાળ, સાંહાંજનાં જમીન થંડી થયાથી તેની ઉપરનાં જે હવાનાં પડો થંડા થઇને કદમાં ઘટયાથી નીચે ઉતરવા માંડે છે, તેઓ સાથે નીચે ઉતરેછે. રાતનાં જમીન ઉપરની હવાનાં નીચલાં પડો વધારે થંડા હોવાથી તે વરાળ નીચે ઉતરતાં બંધાઇ જાયછે. તે પેહલવેહેલાં ધૂમસ તરીકે જમીનની સપાટી ઉપર દેખાવા માંડે છે, પણ રાત પડતાં જમીન જેમ વધારે થંડી થાય છે તેમ હવાનાં ઉપલાં પડો પણ થંડા થઇને નીચે ઊતરવા માંડે છે અને તેઓમાંની વરાળ બંધાઈ જઇને વાદળાં બનતાં જાય છે. ઉનાલાની ખુલ્લી સાંજની વખતે ખીણોનાં હેઠાંણમાં જે ધૂમસ બને છે અને આસ્તે આસ્તે વધીને ઉપર ફેલાય છે તે ધૂમસ પણ એ જાતનાં વાદળાંનાં વર્ગમાં આવે છે. સૂર્ય ઉગતાં એ વાદલાંઓ ઊપર ચઢવા માંડે છે અને છૂટાં છૂટાં નાનાં વાદળાંઓમાં વિખરાઈ જઇ બેમાલુમ થાય છે. એવા ફેરફારો ખુલ્લી અને શાંત રૂતુની આગાહી આપે છે.

ચિત્રમાં ઢગલારૂપી વાદળાંની હેઠે લાંબાં હારબંદ પડ ગોઠવ્યાં હોય તેવાં જે વાદળાં દેખાયછે તે એ જાતનાં વાદળાંછે. એ ચિત્રમાં એઓને બે ઊડતાં પક્ષીઓથી દેખાડવામાં આવ્યાંછે.

ઉપર વર્ણન કરેલા ત્રણ વર્ગો વાદળાંઓનાં મૂખ્ય વર્ગો છે.

વરસાદનું વાદળું (કયુમ્યુલો—સીરો—સ્ટ્રેટસ અથવા નીમબસ)—એ પેહેલાં મૂખ્ય ત્રણ જાતનાં વાદળાંઓનું બનેલું વરસાદનું વાદળું છે જે ચોમાસામાં દરેકની નજરે પડેછે. એ વાદળું પેહેલું "કયુમ્યુલો સ્ટ્રેટસ" થી શરૂ થાયછે. તે પોતાનાં કદમાં વધતું જાયછે અને આખાં આકાશને ઢાંકે છે અને કાળા રંગનું બનેછે. થોડા વખતમાં એ કાલો રંગ જરા કાબરચિત્રો થાયછે, અને ત્યારે તેનું વરસાદનું વાદળું બની તેમાંથી વરસાદ પડવા માંડેછે. કેટલીક વખતે પેહેલાં સીરો સ્ટ્રેટસનું વાદળું ઘણી ઉંચાઇએ આકાશમાં પંથરાઇ જાયછે અને તેની નીચે પવનના જોરથી કયુમ્યુલસ વાદળું ઘસડાઇ આવી ભરાય છે. જેમ જેમ એ બેઉ વીસ્તારમાં વધતાં જાયછે તેમ તેમ તેઓથી બનેલું વરસાદનું વાદળું કાબરચિત્રો રંગ પકડતું જાય છે અને તેમાંથી વરસાદ પડે છે. એ વાદળાંની નીચેનો કાબરચિત્રો ભાગ જો છૂટો પડી જાયછે તો માલુમ પડેછે કે થોડા વખતમાં વરસાદ બંધ પડશે. જયારે એક દૂરથી આવતાં વરસાદનાં વાદળાંમાંથી સીરસ નામનાં વાદળાંઓ ઘણાં છુટાં પડી જાયછે ત્યારે વરસાદ ઘણો પડેછે. એ વરસાદનાં વાદળાં જમીનથી ઘણાં દૂર હોતાં નથી. તેઓ કવચિતજ ચાર અથવા પાંચ હજાર ફૂટથી વધારે ઉંચે હોયછે. આપણી જમીનની ઘણી નજદીકમાં તેઓ હોવાથી પવનથી એક બાજુથી બીજી બાજુ ઘસડાઈ

જતાં તેઓ આપણને ખુલ્લાં માલુમ પડેછે. આપણે માંથે બંધાયલું એવું એક વાદળું જયારે આપણને હીલચાલ કરતું માલુમ પડે છે ત્યારે દુરથી જોનાર એક ધણીને સ્થિર માલુમ પડે છે. તેઓ બીજી જાતના વાદળાંઓની નીચેથી ઘણાં ઝડપમાં દોડે છે અને કેટલીક વખતે તેઓને તદન ઢાંકી નાંખે છે. તેઓ પોતાના જરા કાબરચિત્રા રંગને લીધે સફેદ રંગનાં ગંજાવર કયુમ્યુલસ વાદળાંમાંથી અને ગુછાંવાળાં સીરસ વાદળાંમાંથી ઓળખાઈ આવે છે. સઘળાં વાદળાંઓમાં તેઓ રોશનીને વધારે પારદર્શક છે, પણ જયારે તેઓ ઘણાં ગીચ અને ઘટ થાય છે અને વરસાદ તરીકે પડવાની તયારીમાં હોય છે ત્યારે અપારદર્શક થાય છે. જયારે તેઓ આકાશમાં ઘણાં ગીચ અને ઘટ બંધાય છે ત્યારે તેઓ આપણને તદન કાળાં દેખાય છે.

ચિત્રમાં જમની બાજુએ જે કાળાં વાદળાં દેખાયછે તે એ જાતનાંછે. એ ચિત્રમાં એઓને ઉડતાં એક પક્ષીથી દેખાડયાંછે.

સુક્ષ્મ જીવ તથા દરદોના સુક્ષ્મ.

ભાશણ કર્તા,

મી૦ જીહાંગીર બરજોરજી વાછા.

ગ્નાન પ્રસારક મંડલી તરફથી મી૦ જીહાંગીર બરજોરજી વાછાએ તા૦ ૨૭ મી ફેબરવારી અને મંગલવારને દીને સાંજના છ વાગે ફરાંમજી કાવસજી ઇનસટીટયુટના દીવાનખાનામાં સુક્ષ્મ જીવ તથા દરદોના સુક્ષ્મ ઉપર ભાષણ આપયું હતું.

શુરૂઆતમાં ભાષણ કરતાએ જણાવયું કે આજનાં મારા ભાષણની બીનાનું મથાલું એવું છે કે, ઘણાંએક લોકોને પેહલાં સમજ પડશે નહી, પણ એ બીનાં કેટલી અગતનીછે, તે આગલ જતાં મારાં ભાષણ ઉપરથી માલમ પડશે. આજની મારી બાબત સુક્ષમ જીવને લગતીછે. સુક્ષમનો અરથ બારીક જીની કરચ એ ઉપરથી બારીક જીનો જીવ, એ જીવ વનપસતી હોય કે, જાનવર હોય.

માણસોને દરદો થાયછે, તેઓને ઉતપન કરનારાં બી અથવા મુલ હોવાં જોઇયે. એ બાબત હાલમાં ઘણી અગતની થઇ પડીછે, કારણ કે તેની સાથે માણસની તનદરૂસતી અને આબાદીનો ઘણો સંબંધછે. સુધરેલાં દેશોમાં વીદવાન માણસોનું ધયાન એ ઉપર એંચાયુંછે કે, માણસની તનદરૂસતી એવી નાની કરચો ઉપર કેટલો સંબંધ રાખે છે. અને માણસની તનદરૂસતી સાથે માણસની આબાદાનીનો સંબંધ ભારીછે. વીદવાનોમાં હાલ જે થોડી એક બાબદો ભારે અગતની છે, તેમાંની એક બાબત હાલની ગણાએ છે. આપણા લોકોએ એવી બાબત ઉપર કેટલું ધયાન આપયું છે, અથવા તે બાબે કેટલી દરકાર કરીછે, તેની કશીબી નીશાનીઓ આપણનેમાલમ પડતી નથી. જો કોઇ વીદયારથી તેની પાછલ કંઇ ધયાન આપી, એવી બાબદની નવી શોધોનો અભયાસ કરતો હશે તો, તે પોતાની સાથે લઇ જાયછે. બીજાઓને તે બતલાવતો નથી, તેનો સબબ એ છે કે, તેને બાહાર જણાવવા માટે સાંભલનાર લોકો અને કદર બુજનાર લોકો ઝાઝા મલતા નથી.

તમોમાંના કેટલાકોએ સકુલો કે કાલેજોમાં "ટેસટટયુબો" જોઇ હશે. તે અથવા પાતલા, ઉંચા અને સાંકડાં ગલાસો લઓ; એકમાં જરા માસનો કટકો જે ફકત વટેણાના દાણા જેટલો હોય, બીજામાં દુધ, તરીજામાં ધુલ પછી તે દેવાલ ઉપરની હોય કે ભોંય ઉપરની હોય, ચોથાંમાં આટો અથવા બાફેલા ચાવલ, અને પાંચમાંમાં ઘાસ અથવા પેંડાની બારીક કાપેલી બારીક કરચો—એ પરમાણે નાખવી. એ પછી એ કાચની નલીઓમાં પાણી નામી થોડા દીવસ સુધી રહેવા દેશો તો તેમાંથી તરેહવાર ચીજો માલમ પડી આવશે. થોડાક દીવસ રહી તેમાં જોતાં તેમાંથી નાના સીધા, પાતલા દોરાના કટકાઓ બાહેર નીકલતા માલમ પડશે. કદાચ પેહલાં સાધારણ (ખુલી) આંખે તે આપણને દીસસે નહી, પણ જો ફકત એક સાધારણ જાતનો "માઇક્રોસકોપ"

(સુક્ષ્મદર્શક યંત્રો જેથી નાની ચીજો મોટી દીસે છે, તેથી તે પાણીમાં જોવાથી એ માલમ પડી આવશે. જો એ પાણીને ઘણા દીવસ સુધી રહેવા દીધું હોય તો તે પછી આપણી ખુલી આંખે દીઠયા વગર રહે નહી. હવે એમાંના કેટલાક પાતલા દોરા જેવા અને કેટલાક દોરા સાથે મણકાવાલા દીસે છે. કેટલાક સ્વચ્છ પડી રહેલા અને કેટલાક હીલતા આપણને માલમ પડે છે. કેટલાકના દોરા સ્ક્રુ-ના જેવા હોય છે. તેઓ સ્ક્રુની મદદથી ચાલતા હોય, તેમ દીસે છે. જેમ એક સ્ટીમરનો ઇસ્કુરૂ ફરવાથી, તે પોતાનો મારગ કાપે છે, તેમ એ જીવજંતુઓ સ્ક્રુના ફરવાથી પોતાનો મારગ આગલ કાપે છે અને ગતી મેલવે છે. જે જીવજંતુઓ દોરા જેવાં છે, તેને "બાક્ટેરીઆ" અને જેઓ દાણાદાર છે તેઓને "માઇક્રોકોકસાઇ" કરી કેહેવામાં આવે છે. થોડું થયું આપણી મયુનીસીપાલ કારપોરેશનની સભામાં ગ્રાંટ મેડીકલ કાલેજના એક પરોફેસરે પેહેલવેહેલો "માઇક્રોકોકસઇ" શબ્દ વાપર્યો હતો. તે વેલા ઘણા ખરા સભાશદોએ તો, એ શબ્દ ત્યાં પેહેલ વેહેલો સાંભળ્યો હતો, અને ઓરડામાંથી બાહેર નીકલે તેની આગમજ કેટલાએક તો વીસરી ગયા હતા. આપણા દખમા આગલ પાણીના તલાવ ઉપર છાપરૂં બાંધવા બાબદની તકરારમાં "માઇક્રોકોકસાઇ" થી માણસની જીંદગા-નીને કેટલી નુકશાની થશે, તે દેખાડવા માટે, એ શબ્દ પેહેલા ત્યાં વાપરવામાં આવ્યો હતો.

હવે ઉપલાં ગલાસના પાણીમાં એ જીવજતું ક્યાંથી પેદા થયાં? શું તેઓ તેના અંદર પેદા થયાં કે, બાહેરથી આવ્યાં? એ વીશે આગલ વીદવાન ડાક્ટરો વચે તકરાર ચાલી હતી. એમાં બાહેરની અસર કંઇ નથી એવું ડાક્ટર બાસટીઅનનું મત હતું. તેણે જણાવ્યું કે, ગમે તો એનાંના બધા જીવજંતુઓને મારી નાખો અને બાહેરથી અંદર નવા જીવ આવતાં અટકાવો તોબી તેમાં પેદા થયા વગર રેહેશે નહી. એની સામેના હરીફો વધારે મજબુત હતા. એમાં વખણાયલો પુરૂષ "પાસટીઉર" હતો, જેને ફરાનસ દેશ ઘણો ઉપકારીછે, એટલુંજ નહી પણ આખી દુનયા ઉપર તેની મેહનત અને શોધથી ઉપકાર થયોછે. એ શખસને વઇદોનો ગુરૂ તરીકે ગણવામાં આવેછે. ડાક્ટરોની જે મોટી સભા ગયે વરસ લંડનમાં ભરવામાં આવી હતી, ત્યાં એની સેવાથી તબીબના હોનારને કેટલી મદદ થઇ હતી તથા તબીબોને રાહ કેવી મલી હતી, તેની કદર બુજ્યામાં આવી હતી. એ ઓરડામાં "હક્ષલી" અને "ટીનડલ" વગેરે બીજા વીદવાન ફીલસુફો હતા. એઓની તકરારનું હાલમાં એવું સેટલ આવ્યું છે કે જીવ જે પડેછે, તે બાહેરની અસરથી પડેછે. એક ચીજ કે જે વનસપતી કે જાનવરની હોય, અને તેને તદન મારીનાખી અને બાજુ જીવતી ચીજના અસરથી દુર રાખી તો તે મુએલી ચીજમાં પાછા જીવ પડતો નથી. બાહેરની જીવતી ચીજથીજ તદન મુએલા જીવમાં પાછા જીવ પડેછે. બાહેરના જીવને જયારે પોતાને ગમતી જગા મલેછે, તયારે તેમાં તે પોતાનું એક રેહઠાણ કરેછે, અને વસતી વધારેછે. જીવતી ચીજના કડાં અથવા બીજ વગર જીવ પડતો નથી. અમસથી હવા જીવ પેદા કરતી નથી અને અમસ્તું તડકું પણ તેમ કરતું નથી. તે માટેનાં અખતરા થયલાછે. "આસબેસ-તાસ" અથવા પમીસના પથરાને ગરમ લાલ કરીને જો ઉપલા ગલાસોમાં હવા દાખલ કરશો તો પછી તેમાં જીવ પડનાર નથી, અથવા એક પાણીમાંના સરવ જીવ મારીનાખી, તેના ઉપર ચારણી મુકયે તેમ તેની ઉપર રૂ દાબવાથી, તે રૂ જીવને અંદર દાખલ થવા દેતો નથી અને ચોખી હવાનેજ અંદર જવા દીએ છે. હવામાં જીવ પુશકલ છે, જોકે તે દેખાતાં નથી. જાંહાંબી આપણ વસીએ છીયે, જે ઓરડામાં આપણે હાલમાં ઉભેલા છઇયે, તે ગમે તેવો સાફ રાખો, તોબી તેમાં જીવ હોવા વગરની હવા હોએ નહી. તમુને તે જોવા હોય તો સવારના જયારે સુરજ ઉગે છે, તયારે તેના કીરણો આ ઓરડામાં આડાં દાખલ થાયછે તે વખતે ઓરડો ગમેતેવો સાફ હોય તોબી સુરજના કીરણોમાં આપણને ધુલની કરચો દીસે છે. ઓરડામાં જીણા જનાવરો જોવા તીનડલે વીજલીની રોશની વાપરી હતી. ઓરડો બાહેરની રોશનીથી બંધ કરીને વીજલીની રોશની ફાનુસમાંથી એક કીરણના આકારે કાહાડી તો, હવામાં ધુલની લાટા જીવથી ભરેલી માલુમ પડી, અને જારે એ લાટીને દીવાથી બાલી, તારે વનસપતી તથા જનાવરી ચીજો બલે, તેમ લાટી બલીને ગેબ થઇ હતી. એવા જીવો પુશકલ પંથરાએલા છે. આપણા ખોરાક સાથ અને આપણા દમને રસતે આપણા પેટમાં, આપણા ફેફસાંમાં તથા આપણા લોહીમાં એ નાહાના બેમાલુમ જીવો જાએછે.

હવે હવા સાફ અને તંદરૂસ્તી ભરેલી ક્યારે કેહવાય? જેની અંદર એવાં બીજ અને ફાંગાંઓ થોડાં હોય. દરીઆ કીનારે, ખોલું મેદાન જેમાં થોડી વસ્તી હોય. ત્યાં એવા જીવ થોડા હોયછે. તપાસ ઉપરથી માલમ પડયુંછે કે એવા જીવો પાહાડો ઉપર ઘણાં થોડા અને આલપ્સના પરવત ઉપરતો કેટલેએક ઠેકાણે મુદ્દલ એવા જીવો તીનડાલને માલમ પડીઆ નથી. હવામાંનાં જીવ દમમાં આવવાથી, તેઓ આપણાં ફેફસાંમાં દાખલ થાયછે અને ખોરાકને રસ્તે પેટમાં દાખલ થાયછે. તેઓ એઓ ઉપર અસર કરતાં આપણાં લોહીમાં બીનાઈ જઈ, આપણા ઉપર રોગો પેદા કરેછે. એ જીવો એટલા તો બારીક છે કે, તે ખુલી આંખે દીસતા નથી, એટલુંજ નહી, પણ કાચથી પણ દેખાતા નથી, પણ તેની અસર આપણને પછવાડેથી માલમ પડેછે.

જ્યાં તમે કોહેલી વાસ મારતી ચીજો પડેલી જોશો, તે એવાં જીવોનું વતન છે, અને ત્યાં તે ઘણા જલદીથી વધેછે. સાફ હવાવાળી જગા ઉપર તેઓ વધતા નથી. હવામાં તેઓ લટકેલા હોયછે. વનસપતી તથા જાનવરો ઉપર તેઓ વાસો કરેછે. પાણી ઉપરબીછે, તેમજ જમીન ઉપરબી છે. જ્યાંવેર તેઓને લાયકની અથવા પસંદ પડતી જગા હોય નહી ત્યાં સુધી કસી અડચણ નથી, પણ તેની લાયકની જગા મલી, એટલે તેઓ ત્યાં પોતાની વસ્તી વધારવા મંડી જશે. એવા જીવથી ઉપદરવ થતો અટકાવવા માટે એડીનબરોમાં લીસટર નામના એક ડાકટરે એક હીકમત કરીછે, તે એકે જ્યારે એક માણસના શરીરનો કોઈ ભાગ કાપી નાખવામાં આવેછે, ત્યારે સડો લાગીઆથી તેનો ઘા પાકેછે, અને પરૂં વની બાજેછે એથી માણસોને ઘણી વેદના ખમવી પડતી હતી. એવા જીવો કાપેલા ભાગ ઉપર બેસવાથી, એવી ખરાબી થાયછે, અને માણસોને ઘણું ખમવું પડેછે. તેમાં લીસટરે હાલમાં સુધારો કરયોછે, તે એ છે કે, કારબાલીક આસીડનું ફીણ ઘા ઉપર પાથરવાથી, કાપેલાં હાડકા અથવા માસ ઉપર જીવ બેસી શકતા નથી. એથી પરૂં થતું નથી, અને સડો લાગુ પડતો અટકેછે. જરમનીમાં એ રીત એટલીતો લોકોને પસંદ આવીછે કે, તેથી ઉત્પન્ન થઈ એવી વાહડકાપની રીતને "લીસટરીજમ" કરી નામ આપયુ છે, હાલની આ નવી રીત વાહડકાપમાં ફેલાતી જાયછે, અને જીવની અસર કાપેલા ભાગ ઉપર માલમ પડવાથી એ સંભાળ રાખવાની રીત સોધી કાહડવામાં આવી હતી.

વલી બધા સુક્ષ્મ જીવ નાશકારક અથવા નીરઉપયોગી નથી. તેઓ કેટલીક રીતે માણસેને ઘણા ઉપયોગીછે. તેઓ મીઠી ચીજો, જેવાં કે સાકરનું પાણી, દરાક્ષનું પાણી અને દુધ એઓમાં દારૂ (આલકાહોલ) પેદા કરેછે. દારૂમાં સુક્ષ્મ જીવો પડીઆથી સરકો બનેછે. જ્યારથી એ નહાના જીવની બાબદ પુરતી માલમ પડીછે, ત્યારથી તેનો લાભ પણ લેવામાં આવયોછે. જેમ જીવતાં માણસેનાં લોહી અને મુવેલા માસમાં એ જીણાં પ્રાણીઓ ફેરફાર કરી નાખેછે, તેમ દુધમાં, દરાક્ષના રસમાં, મીઠાસવાલા પાણીમાં, નીરો અને તાડીમા, અને ભીનવેલા અનાજમાં તેઓ ફેરફાર કરેછે, જે માણસને ઘણો ઉપયેગી થઈ પડેછે. યુરોપમાં ખમીર બનાવવામાં એ જીવોની તવારીખનો અભીઆશ કામે લાગેછે. બીઅર, વાઈન વગેરે ચીજો ખમીરની મદદથી બનેછે. હાંકણના દરદ ઉપર દુધનો દારૂ (કુમીસ) ઘણું ઉપયોગીછે. તે એવા ખમીરના મદદથી બનેછે. અનાજમાંથી બીઅર બનાવેછે તે ખમીર વાપરીઆથી થાયછે, અને ખમીર તે એક જાતની વનસપતી છે. એ વનસપતી (સુક્ષ્મ જીવ) ની જીંદગીનો અભીઆસ કરવાથી બીઅરનો બાર ચોકસાઈથી કરવમાં આવેછે. આગલ બાર કોઈ વખત ફતેહમંદ ઉતરતો તો કોઈ વખત તે રદ જતો હતો. હાલમાં બીઅરના કારખાનાવાલાઓ ઉપલા અભીઆસનો લાભ લઈ બરાબર બનાવેછે. જેમ હીવાં મીલવાલાઓ છુટછાટ મુકતાં કેટલું સુતર ઉતરશે, તેની બરાબર ગણતરી કરેછે, તેમ હવડાં બીઅરની અંદર જે જીવ અથવા ખમીરથી માઠાસનો દારૂ અથવા આલકોહલ બનેછે, તે જીવ અથવા ખમીરની જીંદગી, સરદી ગરમી ઉપર, હવાના દબાણ ઉપર, હવાના વધતા ઓછા ભીનાસ ઉપર કેટલો આધાર રાખેછે, તેની શોધ થયાથી, બીઅર બનાવવાનો જાણે એક ચોકસ હુનર થઈ પડયો છે. એવીજ નીયમીત ગણતરી કરનારા તથા અવલોકન કરનારાઓને બીઅરના કારખાનાવાલાઓ મોટે પગારે પોતાને ત્યાં રાખેછે.

હવે મારા આજના ભાષણનો મોટો ભાગ તો આવા જીવોથી માણસો ઉપર કેવી નુકસાનકારક અસર થાય છે તે ઉપર રોકવામાં આવશે. દરદો જે એ નાના જીવથી થાયછે, અને તે માણસ તથા ઢોરની તનદરસતી તેમજ

જીવને હાણી કરેછે, તે વીશે બારે શોધ હાલના વખતમા ચાલુ છે અને એ શોધોથી વઈદો પોતાની દવાઈ આપવા તથા દરદો થવાની આગલથી, તેમજ તે થયા પછી સંભાલ કેમ લેવી તેથી હાલ વાકેફ થતા જાયછે.

થોડાએક મુદત થઈ રેશમના કીડામાં દરદ વીશે એક ભાષણમાં કેટલાએક બાબદ મેં જણાવી હતી. એ દરદને "પેબ્રીન" કહેવામાં આવેછે. એ કાહાડી નાખવા પછવાડે "પાસટયુર" લાગયો હતો. એ દરદથી આગલ ફરાનસ દેશમા રેશમનો પાક ઓછો ઉતરતો હતો, તેથી તયાંના લોકો ગભરાયા હતા. ફરાનસની જે મોટી આબાદીછે, તે ઘણે દરજજે તેના દારૂ અને રેશમના પાક ઉપર છે. તેઓ પેબ્રીનથી એટલા તો ફીકરમાં પડયા હતા કે, રખેને એક લાભકારક ઉદયોગ તેઓના હાથ મેથી જતો રહે. એ દરદ દુર કરવા માટે "પાસટયુર" બાહેર પડયો હતો. તેણે બારીકીથી એના દરદો તપાસયાં અને તે દુર કરવા માટે તે ફતેહ પામયો હતો. એથી રેશમનો ઉદયોગ ફરાનસમાં ટકી રહયોછે. પાસટયુરની મેહનતની કીમત એટલી ગણવામાં આવીછે કે જે છેલી લડાઈ ફરાનસ અને જરમનીનાં દેશો વચે થઈ હતી તેના ખરચ અને તેના દંડમાં જે મોટી રકમ ફરાનસે, જરમનીને આપી, તેટલી મોટી રકમ એખલા એ વીદવાન શખસની મેહનતની કીમત જેટલી છે. એ દરદનો ઉપાય બતાવયા પછી દરાક્ષનું દરદ મટાડવાના ઉપાય સોધવા પછવાડે મંડયો હતો. અને તે પછી જનાવરોમાં મરકી અટકાવવાના ઉપાયો શોધી કાહાડવા એ ઘણીએ પોતાનું ચીત લગાડયું હતું.

મેંઢાંની અંદર મરકી ચાલે છે તેમાં એમ બનેછે કે મેંઢાંનાં એક ટોલામાંના એક પછી એક મરણ પામે છે, અને તેઓને બીજી જગા ઉપર લઈ જવાથી, તે દરદ થોડો વખત બંધ પડવા પછી, પાછા તેઓમાંથી એક પછી એક મરણ પામવાનું શરૂ થાએછે. એ પરમાણે બીજાં જાનવરો ઉપરબી થાયછે. જે તેઓ ખાએછે, જે હવા તેઓ દમમાં લેછે, તેમાં શોધ કરતાં વીદવાનોએ સુક્ષમોની અસર શોધી કાહાડી અને એ અસર દુર કરીઆથી દરદો ઉપર ફતેહ પામયાછે. હવે જે શોધો આવા જાનવરના દરદો ઉપર ફતેહમંદ ઉતરીછે, તે માણસોના દરદો ઉપર કામ લાગેછે કે નહી, અને માણસ ઉપર અસર કરેછે કે નહી તે તપાસવામાં આવયું હતું. સોધ કરતાં એવું માલમ પડયુંછે કે, માણસો ઉપર પણ ઘણાંક દરદો સુક્ષમ જીવથી પેદા થાયછે. અને તબીબોને હીમત આવીછે કે દરદોની શોધમાં ફતેહ પામીઆથી તેઓના એલાજની સોધમાં પણ ફતેહ પામશું. સુક્ષમની અસરથી જે રોગ થયછે, તેના થોડા દાખલા ભાષણ કરતાએ આપતા હતા. આ દેશમાં જેને લુવીઆનાનો તાવ કહેછે, અને જેને મલરી "સપેનીક ફીવર" કેહછે તેનું મુલ લોહીમાં સુક્ષમ જીવ જવાથી થાયછે. જેમ માણસોને ટાઈફોઈડ ફીવર લાગુ પડેછે, તેમ ડુકરોનેબી તે આવેછે. એ તાવ વનસપતીના બીવા પેદા થાયછે. માણસોને જેમ કોલેરા થાયછે, તેમ મરઘાં બટકાંઓનેબી કોલેરા થાયછે. એનું કારણબી એજ છે. બે વરસો સુધી બરલીનવાલા ડાકટર કોચે શોધ કરી, બીમારા આદમીઓના બલગમની તપાસ કરી "માઈકરોસકોપ" ની મદદથી તેમાંથી બીના શોધી કાહડયાં હતાં. એવાં બાનામાં સુક્ષમ જીવ તેણે શોધી કાહડયા હતા. એ જીવથી એ તેમજ એને મલતા દરદો પેદા થાયછે.

"ડીપથેરીયા" નો રોગ હવામાંના સુક્ષમ દમને રસતે ફેફસામાં જવાથી પેદા થાયછે, અને તેમાંથી માણસ કદાચજ અને ઘણી સંભાલથીજ બચી શકેછે. એવા બીજા દાખલાઓ આપણને મલશે. આ દેશમાં દુકાલ વખતે "રીલાપસીંગ ફીવર" નો મરજ ફાટી નીકલયો હતો. એની શોધ હાલના ગરાંટ મેડીકલ કાલેજ અને સર જમશેદજી જીજીભાઈવાલી આસપીટાલના પરીનસીપાલ (વડા) ડાકટર વેનડાઈક કારટરે કરીછે. એ શોધથી યુરોપ અને સુધરેલા દેશોમાં કેટલાએક ફાયદા થયોછે. અને તયાં એ વીદવાન ડાકટર એક સતા જેવો થઈ પડયોછે. એ ભણેલા ડાકટરે એક જીનો રોપો માણસના લોહીમાં શોધી કાહાડયો, કે જે એ દરદ પેદા કરેછે. "મેલેરયા" ફીવર એ ભીની જગામાં રેહેનાર અને ફરનારને પેહેલાં થાયછે. ભીની જગાએની અંદર અને સપાટીની નજદીક ઘણાંક જીવો રહેછે એ જીવ આપણને ઘણા હેરાન કરેછે. ભીની જગામાં નાહાના જીવ પેદા થાએછે અને જમીનને ખોસાડવાથી તે જીવ હવામાં આવી, દમને રસતે આપણા ફેફસામાં દાખલ થાયછે. આપણને "ઇંટરમીટંટ ફીવર" આવેછે તેનું મુલ પણ સુક્ષમ જીવછે અને તે જમીનમાં રહેછે. એક વખતે હાંગકાંગમાં લશકર છાવણી મારીને દરયની પડોસમાંની એક જગા ઉપર

પડેલું હતું. અહીં તેઓની તંદુરસ્તી ઘણી સારી રહેતી હતી. એ ઉપરથી એ જગા લશકરને ઘણી માફક આવેછે, એવું ધારી સતાવાળાઓએ ત્યાં લશકરી બરાકો બાંધવાનો વીચાર કર્યો હતો. બરાકોનો પાયો નાખવા માટે જમીન ખોદતાં, તેમાંથી જીવો નીકળવાથી, પેલા શીતજ્વરો આવવા લાગ્યા, અને તેઓમાં મરણ શુરૂ થયાં. એ ઉપરથી એ કામ બંધ કરવું પડયું હતું. એજ પ્રમાણે ફરાનસમાં આવેલા કોઈ શેહેરમાં થયું હતું. ત્યાં લોકો હવા ફેરફાર કરવા માટે જાયછે. ત્યાં બાંધકામ માટે પાયો નાખવાને જમીન ખોદતાં, કામ કરનારા મજુરોને તાવ લાગુ પડી હતી, જેથી તેઓ મરણ પામવા લાગયા હતા અને બાંધકામ બંધ કરવું પડયું હતું.

હવે, એ જીવોને આપણી તનદુરોસતી સાથે કેટલો સંબંધ છે, તે મેં દેખાડયું છે. દરદ ફેલાવવમાં કીડાઓનો ભાગ લઇ શકે છે. જમીનની અંદરના કીડાઓ, જમીનની સપાટીને ઉપર નીચે કરી તેને ખેતીવાડી માટે તઇયાર કરે છે. જ્યાં રોગીશટ મરણ પામેલાં માણસો અથવા ઢોરોને દાટેલાં હોય છે ત્યાંથી એ જીવો તે રોગ પણ બાહેર ખેંચી લાવી બીજાં માણસો અને જાનવરોને તે આપેછે. મરકીથી મરણ પામેલા માણસો તથા જનાવરોનાં શરીર ઉપર કીડાઓ પડેછે, તેઓ એ રોગ ત્યાંથી જમીનની સપાટી ઉપર લઇ આવે છે. એજ પ્રમાણે બીજા જીવજંતુ, જેવાં કે માખી દરદોનો ફેલાવો કરે છે તે તમારા ખોરાક તેમજ આંગ ઉપર બેસેછે. અને તેથી રીતે તે તમારા આંગમાં દરદોનાં બી રોપે છે. ખરેખરી રીતે જોતાં માખીઓ મોહતના હલકારા છે. એટલા માટે રોગી માણસોને જેમ બને તેમ કરેલની અને રેતીની જગા ઉપર દાટવાં, સબબ કે મતોડીની જમીન એ માટે સારી નથી.

જ્યારે કોઇ માણસને તાવ આવેછે, ત્યારે તેને કુઇનાઇન આપવામાં આવે છે. અજમાયસ ઉપરથી તાવ ઉપર કુઇનાઇન ઘણું અકસીર માલમ પડયું છે. એની અસર તે ઉપર ઘણી સારી થાય છે. જીણાં જીવો ઉપર કુઇનાઇનની અસર કેવી થાય છે, તે માટેની તપાસ કરવામાં આવી હતી. એક "ટેસટટયુબ" માં તેઓને મુકી, તેઓ ઉપર કુઇનાઇનનું પાણી નાખવામાં આવયું હતું. જેથી પેલા જીવો એક પછી એક તેમાં મરણ પામયા હતા. જો કુઇનાઇનનો જથો મોટો હતે તો, તેઓ એકદમ સાથે મરણ પામતે.

કોલેરા આ દેશમાં ઉભરી નીકળે છે. કલકતામાં ગંગા નદીને કાંઠે આવેલું સુંદરબંદ એનું વતન કહેવાય છે. ત્યાં પેહેલાં તે ફાટી નીકળે છે; અને ત્યાંથી તે બીજે ઠેકાણે ફેલાયછે. કોઇ વખત એ દરદનો જોર ઉભરી આવે છે, પછી તે નરમ પડી જાય છે. અને તે પછી તે તદન બંધ પડે છે. વળી તે પાછો ફાટી નીકળે છે. અને તે પછી વલી તે બંધ પડી જાય છે. એ માટે હવે ડાકટરો નોંધ રાખેછે અને તેઓ કેટલીએક વખત આગમચેતી આપેછે કે, કોલેરા હવે કયારે ફાટી નીકળશે

સુંદરબંદમાં ફાટી નીકળવા પછી કોલેરાને ત્યાંથી એક મોટું રણ (મેદાન) પસાર કરવું પડેછે. હવાની નોંધ ઉપરથી તથા બીજા અનુભવથી કલકતામાં આગમચથી કહી શકાયછે કે, કોલેરાએ રણ પસાર કીધું કે નહી. જેવું રણ પસાર થયું કે, વસતી ઉપર તે હોમલો કરતો જાયછે. એના જે હુમલા થાયછે, તે એકદમ સામટા સઘલે ઠેકાણે થતા નથી. વખતે તેના મારગની વચમાંના કોઇ ગામડાં બચી જાયછે, તો કોઇ તેના સપાટામાં આવી જાયછે. તેના મારગમાં જે ગામડાંઓ સાફ નહીં, પણ ખરાબ અને ગલીચ હોયછે, તેવાં ગામડાંઓ તેના સપાટામાં આવી જાયછે પણ જયાં ગલીચી દુર કરી સફાઇ હોયછે, તેવાં ગામો સેહલાઇથી તેના સપાટામાંથી બચી જાય છે. જે શેહેરોની અંદર જગા બરાબર રાખેલી નહીં, કચરો, ધુલના ઢગલા, લીડ, છેર વગેરે હોયછે, તાંહાં તે વધી પડેછે. એ ચીજો દરદોના સુક્ષમ જીવને લાયકની જગાછે. અહીં તેઓની વસતી વધેછે, અને હવા બગડી જાયછે. એ જીણા જીવના વધારો, હવાની પોતાની હાલત ઉપર પણ આધાર રાખેછે, જયારે પવન પડી ગયલો હોય, ત્યારે તે જીવોની પેદાસ પુશકલ વધી પડેછે, પણ જયારે હવામા ગતી હોય, યાને પવન જોરમાં ફુકતો હોય, ત્યારે તેની પેદાસ ઘણી થોડી હોયછે. સુક્ષમની અસરની તપાસ કરતાં વીદવાનો તેની આસપાસની હવાની તપાસ કરેછે. હવાનું દબાણ વધતું છે કે ઓછું, તે તેઓ તપાસેછે. જેમ હવાની હાલત માણસની ઉપર અસર કરેછે, તેમ આ જીવો ઉપર બી કરેછે. જયારે જીવો વધી પડેછે. ત્યારે માણસની તનદુરોસતીમાં બીગાડો થાયછે.

સુક્ષમની અસરનો એક બીજો દાખલો જાણવાજોગ માલુમ પડયોછે. સાઇબીરીયામાં એક જાતનો ફનગસ (ફુલ વગરનો રોપો) ઉગેછે. એ રોપો દાણાથી વધેછે. એ ફનગસનો ભુકો દમમાં જવાથી ભયભરેલા આકારો નજરે પડેછે, અને બેચેની પેદા થાયછે. એથી તરેહવાર રીતે આવાજો આપણે સાંભલયે છઇયે. ભુત, ડાકણ, જીન, પરી વગેરે એવી રીતે પેદા થાયતો તેમાં અજબ થવાનું કરણ નથી. એવાં ફનગસ આપણા દેશમાં ઉગે છે કે નહી, તેની મને ખબર નથી. પણ આ ફનગસની વાત ગયે વરસ જાહેરમાં આવી હતી.

મુસાફરો જણાવેછે કે, દુરદરાજ જંગલોમાં આવેલા મેહલ અને કીલા, જેમાં ધુલ એકઠી થયલી હોય, તયાં જવાથી હવામાં ફેરફાર માલમ પડેછે, સબબ કે એવી જગો ઉપર જતાંજ બાહેરની તાજી હવા અને તેની અંદર ફંગસના ભુકાથી ઘેરાયલી હવા વચેનો ફરક માલમ પડી આવેછે. એની અસર આંખ અને કાન ઉપર થતાંજ તરેહવાર આકારો આપણી આંખે નજર પડેછે અને અવાજો આપણાં કાન ઉપર આવે છે. દરદોનું મુલ એવા સુક્ષમ જીવોછે, તે કેટલી ખરાબી કરેછે, તે આપણે જોયુંછે. એ ઉપર ધયાન નહી આપવાથી અને જોઇતી સંભાલ નહી લીધાથી, ઘણી વખતે માણસો હેરાન થાયછે. લોકો એનો દોષ, ખોદાના ગજબ, અથવા નસીબ અથવા બીજાં કારણો ઉપર રાખેછે. પણ ખરૂં જોતાં એક દરદનો અટકાવ કરવાથી તે અટકી શકેછે.- અને જો તેનો અટકાવ કરવામાં આવયો નહી હોયતો, તે દરદ વધી પડેછે.

ખહીનો આપણે દાખલો લઇયે. ખહીથી માણસોની કેટલી ખરાબી થાયછે. એક મજબુત બાંધાનો મરદ ખહીવાલી નાજુક સ્ત્રી સાથે પરણવાથી, બંનેને ખહી થાયછે, અને બંને જન ખહીના મરજથી મરણ પામેછે. સફર કરતાં સ્ટીમરની એક કેબીનમાં જો એક જુવાન અને એક ખહીવાલો આદમી સુએ તો, એ ખહી બીજાને ઉડેછે. એક સાંકડા ઓરડામાં દસ બાર આદમીઓ સાથે સુવે અથવા કામ કરે તો, એક ખહીવાલો આદમી સઘલાઓને દરદી કરી શકેછે.

એ પ્રમાણેના ઘણા દાખલાઓ આપણને મલી શકશે. આમનીબસ ગાડીમાં એક આદમીએ બીજા સાથે વાત કરતાં, તેને ખહીનો મરજ લાગુ પડયો હતો. માએ, બચું, ભાઇ તથા બેહેન એકબીજાથી અંજાણપણે કેટલું ખમેછે, તેનાં દાખલા આપણને ઘણા મલશે. ડીપથેરીઆબી એમજ ઉડેછે. માહરાણીની છોકરી શાહજાદી (એલીસ) એ મરજથી મરણ પામી હતી. નાના બચાંની સંભાલ લેતાં, પયારથી તેને એક ચુમી લીધી હતી. એમ કરતાં એક સુક્ષમ જીવ, જે ભાગે "માઇક્રોસકોપ" થી દેખાઇ શકાય, તે રાણીની છોકરીના દોલમાં દમ વાટે દાખલ થયો, અને તે માતા મોતના પંજામાં ફરી જઇ મરણ પામી હતી.

તાવનાબી દાખલા એજ પ્રમાણેછે. મુસાફરો હોટેલમાં જઇ બીછાના ઉપર વગર તપાસ કરવે સુઇ જાયછે. સવારના ઉઠતાંજ તેમને તાવ લાગુ પડેલો માલમ પડેછે સબબ કે આગલ તેજ બીછાના ઉપર તાવથી હેરાન થતો એક દરદી સુઇ ગયો હતો. કંઇ ઝડપના કામસર એક જણ ઉતાવલથી એક ભાડુતી ગાડીમાં બેસી જાયછે, અને તે ઉપરથી તેને કોઇ વખત સીતલા આવેછે, સબબ કે વગર સંભાલે તે ગાડીમાં બેઠાથી, આગલ તેમાં બેઠેલા એવા એક દરદી આદમીનું સુક્ષમ જઈ તે ઉતરયો હતો. ધોબીબી આપણને દુખ દેછે. તેને તયાંથી કપડાંનો વાગો આવેછે તે આપણે પહેરયે છઇયે, અને તે આપણા સરીર ઉપર પહેરવાથી આપણે તેના ઘરમાંના સીતલાનો મરજ સેહેલાઇથી બીજે ઠેકાણે કપડાંની મારફતે પાંથરી શકયે છઇયેછે.

તયારે કોઇ પુછશે કે, એ પ્રમાણે છે તો માણસોથી જીવાય કેમ ! પણ સઘલાં માણસો એકસરખાં નથી. કાલેરાના દાખલામાં જણાવયું, તેમ એ દરએક વચમાંનું ગામડું છોડી દઇ, તેની પડોશમાંનું બીજું પકડેછે, સબબ

કે જે ગામડું સાફ હોય, તે તે છોડી દઇ, જયાં ગલીચી હોય, તેને તે પકડે છે. તેજ પ્રમાણે જયાં માણસોનાં "ટીશીઝ" (હાડકાં, ચામડાં, સાંધા વગેરેની બાંધણીની ચીજ) સાફ હોય તયાં તે સુક્ષમોનું કશું ચાલતું નથી, તેથી તે બંચી જાય છે. તેઓને ખોરાક નહી મલવાથી, તેઓની વશતી વધી શકતી નથી. જયાં શરીરની હાલત નબલી, તયાંજ, તેઓ વધી શકેછે, તયાંજ તેઓને ખોરાક મલે છે. સુક્ષમની આવી અસરથી સર સી. વાટસન નામનો નામીચો વીદવાન જણાવી ગયોછે કે (ઝાઇમોતીક) ઉડતા મરજો માણસો કાહાડવા માગેતો, તે તેઓ કરી શકે. એ માટે તરણ મોટા ઉપાયો લેવાનું દરેક માણસે ધયાનમાં રાખવું જોઇયે.

પેહેલું—દરદો લાગુ પડે નહીં, એટલા માટે હવા અને પાણી સવછ રાખવાં, તો જોકે એક શેહેરમાં એમ બનવું ઘણું મુસકેલ છે; તયાંના રસતાઓ અને ઘરો કેમ સાફ રાખવાં, તે બાબેની ગોઠવણ માણસોએ પોતાના નાંણાં તથા ભેજાંવડે કરવી જોઇયે, પણ એ પ્રમાણે કરવામાં આવતું નથી.

બીજું—બીજો ઉપાય યુરોપમાં લેવાઈ ચુકો છે. તે એ છે કે ઉડતા રોગોના દરદીઓ માટે એલાહેદી જગા બાંધી તયાં તેઓને જુદા રાખવામાં આવેછે. યુરોપમા કેટલેએક ઠેકાણે જો કોઇ કુટુંબના માણસને એવો ઉડતો રોગ લાગુ પડેછે તો, તુરત તેને એવી એલાહેદી જગા ઉપર લઇજઇ માવજત કરવામાં આવેછે.

તરીજું—તરીજો ઉપાય એ છે કે, એ દરદોની સામણે માણસો કેમ ટકી શકે, અને આગમજથી ઉપાએ કરે કે દરદ ફાવી નહી જાય. માણસ ઉપર એ સુક્ષમ જીવોની અસર કેવી રીતે લાગુ પડી નહી શકે, તે માટેના ઉપાયો આગમચથી લેવાવા જોઇયેછે. જેમ ગઉસીતલા, સફીયડની સામે ટકી શકે છે, અને તેનો ફેલાવો થતો નથી, તેમ બીજાં દરદો અટકાવવા માટેના ઉપાયો માલમ પડયાછે, એ ઉપાયો કહી તરેહનાછે તે હું સાધારણ રીતે જણાવું છઊં પણ એટલુ યાદ રાખવું કે હાલ એ ઉપાયોના માતરે અખતરા થએલાછે અને તે માણસો ઉપર નહી પણ જનાવરો ઉપર થએઆછે—હજીસુધી માણસ ઉપર કરવાનો વખત પાકો આવીઓ નથી પણ મોડે વેહલે આવશે એવું તબીબો ધારેછે. ઉપાએ એછે કે જે દરદોથી માણસ પીડાકારીમાં પડેછે તે દરદો માણસને તેની તંદરોસતીની હાલતમાં જુજ હલકી રીતે લાગુ પાડવા એટલે તેની દેહ તેવા દરદોને થોડી ઘણી માફક થઇ તો પછી જારે તે દરદો આવી પડે તારે માણસને તે જુજ દુખ લાગે છઆ નહીતો એકદમ બચી શકે. જેમ ગાએનું દરદ માણસમાં મુકીઆથી સીતલા સામણે અટકાવ થાએછે તેમ બીજાં દરદોની રસી ઘણીજ પતલી અને નરમ કીધેલી માણસના દીલમ મુકીઆથી તે દરદો અટકેછે. દાખલા તરીકે ઢોરોમાં ચાલતી એક જાતની મરકી, પેસટયુરે બંધ પાડી તે જાણવા જોગ છે, જે ઝેરથી ઢોરો મરણ પામતાં હતાં, તે ઝેર એ વીદવાને જોરમાં નરમ કરી નાખયું હતું. જેમ દારૂમાં પાણી ભેલી દારૂનું જોર નરમ કરેછે તેમ એક ટીપું લોહીમાં જેટલું ઝેર રહેછે, તેટલું પાણીનાં એક આખાં ગલાસમાં નાખી તે જાનવરના દીલમાં તે પીગલેલું ઝેર જુજ મુકયું હતું. એમ કરવાથી એ જાનવરો મરકીની સામણે ટકી શકયાં હતાં, મેંઢાંની ઉપર એક જાતની મરકી લાગુ પડેછે. એ મરકીના ઉપાય તરીકે જેમ રસીથી ગઉસીતલાં મુકવામાં આવે છે તેમ રોગનું ટીપુ નરમ આકારમાં મેંઢાંમાં મુકવામાં આવયું કે પછી તે મરકીની સામણે થાય. અખતરા માટે મેંઢાંનું એક ટોલું મંગાવી, તેના બે સરખા ભાગ કરી, તેના એક ભાગમાના સઘલા મેંઢાઓને પેલું મારેલું ઝેર મુકયું હતું. એ પછી એ બધાંઓને મરકીવાલી જગા ઉપર ચરવા મુકયાં હતાં. એમાંથી જેઓમાં પેલું ટીપુ મુકેલું નહી હતું, તેઓ એક પછી એક સઘલાં મરણ પામયાં હતાં, અને બીજા ભાગમાંના ભાયગે તરણ ચાર મરણ પામયાં હતાં.

તરીજા ઉપાએ કરતાં બીજી જાતનો ઉપાએ આપણી ટાપુ ઉપર લાગુ પાડી શકાએ એવું છે અને તે બાબદ થોડી સરૂઆત પણ ગરીઓમાં સરકારથી થઇછે તે એછે કે ઉડતા રોગવાલા આદમીઓને સાઝાં આદમીઓથી દુર રાખવાં. એડીનબરોમાં એક ધારો છે, કે જો કોઈ એવાં દરદી વીશે ડાકટર સતાવાલાને ચોવીસ કલાકમાં નોટીસ નહી આપેતો તેને દંડ કરવો. એવાં દરદોમાં કોલેરા, તાઇફાઇડ, સહીપડ, ગોવરૂ, ડીપથેરયા વગેરે છે. એ ધારો પણ આસતે આમતે આપણા શેહરમાં લાગુ પડવો જોઇએ, અને તે સાથે મયુનસીપાલીટીને સતા આપવી કે, એવા દરદીઓને રાખવા માટે જો જરૂર પડેતો, કોઇબી મકાનને તેઓ માટે આસપીટાલ તરીકે વાપરી શકે.

એવાં મારાં ટુક ભાષણ ઉપરથી સંભાલ રાખવાની કેટલીક જરૂર છે, તે જણાઇ આવશે. જો એ માટે સરકાર તરફથી કે મયુનીસીપાલીટી તરફથી કોઇબી ઉપાય લેવામાં આવેતો, તેમાં ઘટતી મદદ કરવાની આપણી ફરજછે, જેથી આપણે તે દરદોનો અટકાવ જલદીથી કરી શકશું.

CROOKE'S EXPERIMENTS IN HIGH VACUA.

હવાની કેવળ ગેરહાજરીથી બીલકુલ ખાલી નહી પણ સેજસાજ હવા હાજર રહી જવાથી અતીયંત ખાલી એવી જગયાંના પોલાણમાં પ્રોફેસર કૃકસે કરેલી શોધ.

ભાશાણ કર્તા,

મી० કાવશજી દાદાભાઈ નાએગામવાળા.

જે બાબદ આ ભાશાણમાં સમજાવવાની તજવીજ કરીછે તેની તવારીખ ઘણીક રીતે જાણવાજોગ છે. એ શોધનું સઘલું માન જાણીતા મી० વીલીઅમ કૃકસને ઘટેછે. એ જે શોધો થઇછે તે તેજ શોધ કરવાની મતલબથી ખુદ અભયાશ અને અખતરાઓ કરીને કીધી નથી. પણ વીદ્વાન મનની એક બહુ વખાણવા લાયક ખાશયત જેથી હાથમાં ધરેલી કોઇક ચોકસ બાબદનો અભયાસ કરતાં તે ખુદ બાબદથી તદન વેગલા અને ન જણાયલા બનાવો નજરે પડતાં એ નવા બનાવો ઉપર અભયાસ કરી નવી હકીકતો શોધી કાઢવાની ખુબી જેને ઇંગ્રેજીમાં lateral vision કરી કહેછે, તેની મદદથી આ શોધો થઇછે. ગણીત, જ્યોતીશ, સીદ્ધપદાર્થ વીજ્ઞાન, તથા રસાયણ શાસ્ત્રોમાં એ ગૃહસ્થ બહુ કુશળછે અને પોતાની અસલ કેળવણીના બળથી મી० કૃકશ એ તરેહની શોધો કરવાને ઘણો ફતેહમંદ નીવડયોછે. વળી વીદ્વાનોની શોધ કરવાની હાલ જમાનાની રીતી (the new method of science) નીચલાં વર્ણન કરતાં કોઈ બીજી રીતે વધારે સારીપેઠે સમજી શકાય એમ નથી.

જે સોધોથી મી० કૃકશ પ્રખ્યાતી પામ્યોછે તે સર્વ વચ્ચે બહુ અતલગનો સંબંધછે, જોકે સાદી નજરે જોતાં તેમ માલમ પડતું નથી.

એકવાર સલ્ફ્યુરીક એસીડ બનાવતાં બાકી રહેલા કચરાની તપાસ "**સ્પેકટ્રોસ્કોપ**"* નામનાં હથયાર મારફતે કરતાં તેના "સ્પેકત્રમ" માં કેટલીક રંગીન લીટીઓ તેણે જોઈ, જે આગલ જણાયલી નહી હતી, અને તે ઉપરથી તપાસ કરતાં તેને "**થેલીયમ**" નામની ધાતુ શોધી કાહાડી. પણ તે એટલાથીજ સંતોશ

---

* આ હથીઆરમાં મુખ્યકરી એક કાચનો ત્રીકોણ પાસો હોયછે. તેની સામે વીજળીક અથવા બીજી રીતે વસ્તુઓ લાગવાથી તે પાસા મારફતે જુદી જુદી વસ્તુઓની જુદી જુદી રંગીન લીટીઓ માલમ પડેછે અને એ રીતે મીશ્ર પદાર્થોનું પૃથકરણ કરી શકાયછે.

પામ્યો નહી. આ **હેલીયમ** કેહવી જાતની ધાતુછે, તેનો બીજી ધાતુઓ સાથનો સરખા-મણીનો જોખ (atomic weight) કેટલોછે તે વગેરે તપાસ તેણે શરૂ કરી. એ માટે તેણે એક રસાયણી કાંટો લીધો. તમોને આ વાત તો સારી રીતે જાણીતી હશે કે જો પાણીમાં કોઈ જણસ મેલી હોયતો તેનું ખરૂં વજન જણાતું નથી, પણ ઓછું માલમ પડેછે; અને તેજ મીસાલે હવાની પણ બાબીયતછે, એટલે હવામાં જોખેલી વસ્તુનું વજન ખરૂં નહી પણ ઓછું ઉતરેછે. એ કારણસર ખરૂં જોખ મેળવવાને તેણે પેહેલાં પોતાના ત્રાજવામાંથી હવા કાહાડી નાખી, પણ તે છતાં તોલવા જતાં એકવાર એક અને બીજીવાર બીજું પલ્લું આમથી તેમ નમવા લાગ્યું. તે વીચારવા લાગ્યો કે તેનાં ત્રાજવાં તો સરખાંછે, અને સામી અસર કરતી હવા તો તેણે કાહાડી નાખીછે અને તે છતાં આવી રીતે પલ્લાં નમવાનું કારણ શું ? એ કારણ શોધવાને તેણે અખતરા કરવા માડ્યા અને તેમ કરતાં તેણે **"રેડીયામીટર"** નામનું યંત્ર શોધી કાહાડ્યું. તેણે પેહેલાં એક કાચનું વાસણ લીધું, અને પક્ષી ઘાસનાં એક તણખાંને એક સોય ઉપર મેલી તેને તે વાસણમાં ગોઠવ્યું અને માંહેથી હવાને કાહાડી નાખી. તોપણ પેલાં ત્રાજવાં માફક પેલું ઘાસનું તણખું હીલવા લાગ્યું જેથી તેને ઘણી અજાયબી લાગી. પણ વલી એ અખતરો કરતાં તેણે એક બીજી અજાએબી એ દીઠી કે પેલું ઘાસનું તણખું અંધારામાં મુદલ હાલતું નહી. એ ઉપરથી તેને એવું અનુમાન કર્યું કે એ હાલચાલનું કારણ રોશની હશે. એની એ તર્ક પાછલથી ખોટી પડીછે અને ખરૂં કારણ રોશની સાથના ગરમીના કીરણોનું માલમ પડ્યુંછે. તરેહવાર આકારની કાચની વસ્તુઓ બનાવવામાં મી૦ ગીનીંગહામ નામે એક બહુ કુશલ શખસની મદદથી તેણે પોતાની શોધો આગલ ચલાવી. આકૃતી ૪ થીમાં બતાવ્યા પ્રમાણેનું તેણે એક વાસણ બનાવ્યું, તેમાં અબરખના ચાર નાના પંખા (b, b) એક સોયની અણી ઉપર ગોઠવીને તપાસ્યું તો રોશણી આગલ મેલતાંજ તે નાની ચકી બહુ જોરથી ફરવા માંડી. એમ ફરવાનું કારણ લગાર લંબાણથી હીઆં સમજાવવાની જરૂરછે. પણ તે અગાઉ હવાના બંધણનો જે નવો વીચાર (kinetic theory) જે ફીલસુફોએ હાલ માન્ય કર્યોછે તેની સમજ પાડવી જોઇએ.

હવાથી ભરેલું એક વાસણ લીધું હોય તો તેમાં દબાણ સર્વ બાજુએ સરખું માલમ પડેછે. પાણીના વાસણમાં સર્વથી વધતું દબાણ તલીએ હોયછે, બાજુઓપર તેથી ઓછું હોયછે, અને ઉપર માથે મુદલ હોતું નથી. પણ હવાના સંબંધમાં તેથી ઉલટું સર્વ બાજુએ સરખું દબાણ માલમ પડેછે. જેટલું તલીએ તેટલું માથે અને તેટલુંજ દરેક બાજુપર પણ હોયછે. આ ઉપરથી સમજ પડશે કે જેમ પાણીનાં શુક્ષ્મો (molecules) જડ પડી રહી પોતાના ભારથી દબાણ કરેછે તેમ હવાનાં શુક્ષ્મો હોય નહી, નહીતર ઉપરની બાજુપર ભાર મુલગો લાગવો જોઇએ નહી. પણ ઉપર કહેલી અટકલથી (kinetic theory) એની સમજ પડી શકેછે. ફીલશુફોનો હાલ એવો વીચારછે કે હવાનાં શુક્ષ્મો હમેશ હાલ ચાલ કરતાં રહેછે અને એ શુક્ષ્મો સીધી લીટીઓમાં સર્વ બાજુએ બહુ ઝડપથી દોડતાં રહેછે. એ હીલચાલ આજુબાજુએ, ઉપર નીચે, આગલ પાછલ સર્વ તરફ સરખી હોયછે. હવે એમ સમજીએ કે એક ઓરડામાં એકશો માણસો એકસરખી રીતે સીધી લીટીઓમાં પણ ગમે તેમ હાલચાલ કર્યા કરે તો એ મધેના ઘણાકો એકેક સાથ અથડશે, પણ કેટલાકો તે ઓરડાની ભીંતોપર જાઇ પડશે અને તે ભીંતોપર દબાણ કરશે. એજ પ્રમાણે એક સર્વ બાજુએથી સરખાં એવાં વાસણમાં ભરેલાં શુક્ષ્મો અપસઅપસમાં અથડશે પણ તેમાંનાં કેટલાંક તે વાસણની બાજુઓપર જાઈ પડશે અને ત્યાં દબાણ કરશે. એ શુક્ષ્મોની હીલચાલ વલી સર્વ બાજુએ સરખી હોવાને લીધે જેટલાં શુક્ષ્મો તલીએ જઈ અથડશે તેટલાંજ ઉપરની બાજુએ પણ જઇ અથડવાં જોઇએ, અને એ રીતે સર્વ બાજુએ સરખું દબાણ થાયછે. આ અટકલ વગર હવાનું સરખું દબાણ સમજ પડી શકતું નથી. આ નવા જ્ઞાનની મદદથી **"રેડીઓમીટર"** ની ટુંક સમજ હવે આપીશું.

આગલ કહ્યુંછે તેમ **રેડીઓમીટર** આકૃતી ૪ ને આબેહુબ મળતું આવેછે. ફરક માત્ર એટલોજ કે પંખાની નીચે ગોલ વાળેલો તાર (d c d) હોતો નથી. હવે એ ચાર અબરખના પંખાની એકેક બાજુ મેસ લગાડી કાળી કીધેલી હોયછે, ગરમીની રીતછે કે કાળી

ચીજ બીજા રંગો કરતાં વધારે ગરમ થાયછે, એને લીધે એ ચાર પંખાની કાળી બાજુઓ રોશની ગરમીનાં કીરણોથી બીજી બાજુઓ કરતાં વધારે ગરમ રેહેછે. અને તેને લીધે જે હવાનાં શુક્ષમો કાળી બાજુઓની નજદીક હોયછે તે બીજી તરફનાં શુક્ષમો કરતાં વધારે ગરમ થાયછે. વધારે ગરમ થવાથી તેમની ઝડપ વધેછે અને એ ઝડપનાં તફાવતને લીધે **રેડીઓમીટર**ની ચક્રી ફરવા માડેછે. એ-વીગણત્રી કરવામાં આવીછે † કે હવાથી ભરેલા પાંચ ઇંચના ડાએમીટરનાં ગોલામાં ૧૦૦૦૦૦૦૦૦૦૦૦૦૦૦૦૦૦૦૦૦૦૦૦૦ એ-ટલે દશકરોડ વખત દશકરોડ એવા દશકરોડ શુક્ષમો હોયછે ! એવી સ્થીતીમાં શુક્ષમોની હીલચાલ એક ઓરડામાં બીચોબીચ ભરાય-લાં માણસો માફકનીછે. એવી અવસ્થામાં માણસોની હીલચાલ બહુ કમી હોવી જોઇએ. દર પગલે પોતાની આસપાસનાઓ સાથ પુશ-કલ અથડાઅથડી થવી જોઇએ, અને એજ પ્રમાણે ઉપલાં શુક્ષમો પણ એકેકની બહુ પાસે હોવાથી લાંબી હીલચાલ કરી શકતાં નથી. હવે એવી હાલતમાં કાલી બાજુ પર ગરમ થયલાં શુક્ષમો દુર જઇ શકતાં નથી પણ અસલ જગાની નજદીકમાંજ રેહવાથી તે શુક્ષમોની ગરમી પાસેની ઉજળી બાજુનાં શુક્ષમોને તુરત પોહચી જાયછે અને ગરમીનો અંતર રેહતો નથી. પણ જયારે **રેડીઓમીટરમાં**ની હવાનો મોટો ભાગ કાઢી નાખી માત્ર આસરે ૧૦૦૦૦ દશ હજારમોજ ભાગ અંદર રેહવા દેવામાં આવેછે ત્યારે શુક્ષમો વધારે દુરવેર ચાલી શકેછે, અને કાલી બાજુપરના જડફમાં દુર ચાલી જાયછે. તેઓની ગરમી એથી કરી બીજી (ધોલી) બાજુપરના શુક્ષમોને લાગતી નથી અને એ પાછલા શુક્ષમોની ગતી કાલી તરફના શુક્ષમો કરતાં ઓછી રેહેછે. એવી રીતે દરેક પંખાની બેઉ બાજુ પરથી શુક્ષમો ઝડફમાં દોડી જાયછે અને જેમ બંદુકની અંદરની ગોલી ફેંકવે બંદુકને પોતાને પછવાડે આંચકો લાગેછે તેમ દરેક પંખાની બેઉ બાજુ-ઓ પછવાડે હઠવા માગેછે પણ કાલી બાજુ-ઓના શુક્ષમો વધારે ગરમ અને તેથી વધારે ઝડપવાલા હોવાથી તે બાજુપર દબાણ વધારે હોયછે અને એ ચાર પંખાની ચક્રી કાલી બાજુ તરફથી ફરવા માડેછે. (આકૃતી ૪ થીમાં કાલી બાજુઓ આપણાથી દુર જાયછે અને જમની તરફના ધોલી બાજુ દેખાતા પંખાઓ આપણી તરફ ફરેછે.)*

એ પુરવાર કરવા એટલે કે "**રેડીઓમી-ટર**" શા સબબથી ફરેછે અને હવાના શુક્ષ-મોનો એમાં કાંઈ ભાગછે કે નહી તેની તપાશ કરવા મી૦ ક્રૂકસે હવે કેટલાક અખતરાઓ કરવા માંડીઆ અને તે અખતરાઓ કરતાં આએ ભાશણની બાબદ ઉપર તે આવી પોંહચ્યો.

આગળ જણાવ્યુંછે તેમ મી૦ ક્રૂકસની ખા-તરી થાઇ કે "**રેડીઓમીટર**" નું ફરવું ગર-મીના કીરણોથી હતું અને નહીં કે માત્ર રોશ-નીથી. પણ તેણે વધારે અખતરાઓ કરતાં જોયું કે જેમ "**રેડીઓમીટર**" માંની હવા વધારે ને વધારે ખાલી કરવામાં આવતી તેમ તે વધારે ને વધારે સારી રીતે ફરતું હતું.

(આ જગાએ એક વધારે ખોલાસો કર-વાની જરૂરછે. જયારે વીજળીના ચમકારા જેવાકે "હોલ્ઝ મશીન" અથવા "ઇનડકશન કોઇલ" ના સાધારણ રીતે હવા ખાલી કરેલી એટલે હવાનો થોડોક આસરે ૧૦૦ થી ૧૦૦૦ મો અંશ રાખેલી નલીઓ (Giessler's tubes) માંથી પસાર કરવામાં આવેછે ત્યારે તે નલીઓમાં રોશની પેંથગાયછે અને વીજળી-ના ચમકારા જે ખુલી હવામાં એક ઇંચની લંબાઇથી વધારે પસાર થઈ શકતા નથી તેજ એ વીજળીઓમાં એક ને બે ફુટ સુધી જઈ શકેછે. પણ અગરજો એ નલીઓ છેકજ ખાલી કરવામાં આવેછે તો વીજળીનો પ્રસાર આખરે બંધ પડેછે અને સમુલગી ખાલી કરેલી નલીઓમાં વીજળીક પ્રસાર મુદલ થતો નથી. એવી રીતે એક નલી તદનજ ખાલી કરેલીછે કે નહીં તે માલમ પડી આવેછે.)

ઉપલી બીના ધ્યાનમાં લઈ મી૦ ક્રૂકશે તપાસ કરવા ચાહ્યું કે જયારે વીજળીક પ્રસાર બંધ પડે એટલો "રેડીઓમીટર" ખાલી કરવા છતાં તે ચાલી શકેછે કે નહીં. એ મત-લબથી એક નવો "**રેડીઓમીટર**" બનાવી તેમાં ધાતુના તાર સાંધી વીજળી પસાર કરવા-માં આવી અને તેજ વખતે અંદરની હવા

---

† જુવો Stoney, Philosophical Magazine, 4th Series, vol. 36.

* **રેડીઓમીટરની આએ કાંઈ પુર સમ-જણ નથી પણ ભાશણની બાબદ સારૂં એ બશછે.**

વધારે કે ઓછી કરવા માંડી. એ અખતરા વખતે કેટલાક દેખાવો નજર પડવા તે ઉપરથી વધારે તપાસ કરતાં આ બાબતુની બાબદ ઉપર મી૦ ક્રૂકસ આવી લાગ્યા. એ તપાસમાં મુખ્ય એ નજર આવ્યું કે જેમ નલી વધારે ને વધારે ખાલી કરવામાં આવતી તેમ "નેગેટીવ પોલ" વાલા તાર આગળ વગર રોશનીવાલી એવી ખાલી જગ્યા (dark space) વધારે ને વધારે વધતી જતી હતી. "કાયનેટીક થીઅરી" પ્રમાણે જેમ હવા નલીમાં ઓછી તેમ હવાના શુક્ષ્મોની માહોમાહેની દોડ (mean free path) વધારેને વધારે હોવી જોઇએ. એ બે બાબદ સાથે મેળવતાં નીશ્ચય થાયછે કે કાલી જગ્યાની લંબાઈ (length) શુક્ષ્મો કેટલે લાંબેર વગર અથડે દોડેછે તે (length of free path) દેખાડેછે.

જુવો આકૃતી ૧ લી. "નેગેટીવ પોલ" (N) નલીની વચમાં મુકી બે બાજુએ "પોઝીટીવ પોલ" (P) લગાડી વીજળી પસાર કરતાં આકૃતીમાં દેખાડેલો દેખાવ નજર પડેછે. એજ અખતરો આકૃતી ૨ જી જેવી નળીમાં કરતી વખતે અગર "નેગેટીવ પોલ" a સાથે અને વીજળીક હથીઆરનો બીજો છેડો c સાથ જોડીએ તો વીજળીક પ્રસાર આખી નળીમાં થતો નથી. "ગીસલર" ની નળીઓ જેટલી ખાલી કરેલી નળીમાં એવીજ આકૃતી છતાં વીજળી એક નાકેથી બીજે નાકેર જાયછે ત્યારે (dark space દેખાડતી) વધારે ખાલી કરેલી નળીઓમાં તેમ નહી બનવાનું કાંઈ કારણ હોવું જોઇએ, પુશ્કલ અખતરાઓથી તે પણ માલમ પડયું કે એવી છેલ્લી જાતની નળીઓમાં બાકી રહેલાં સુક્ષ્મો "નેગેટીવ" છેડા ઉપર વીજળીક થઇ **સીધી** લીટીમાંજ જઇ શકેછે. વાસ્તે આકૃતી બીજીમાં જયારે b ને "નેગેટીવ" છેડો બનાવી a અને c બંનેને "પોઝીટીવ" છેડા સાથે જોડી વીજળીક પ્રસાર કરીએ છઇએ ત્યારે b છેડો a તરફ વાંકો કરેલો હોવાથી સુક્ષ્મોનો પ્રસાર જમણી બાજુના છેડામાંજ થાયછે.

વળી એ પ્રસાર કીરણો માફકની (radial) લીટીઓમાંજ થતો માલમ પડેછે એ સબબને લીધે જેવાં ફાંણસોમાં આરસીઓ (reflectors) હોયછે તેવા આકારના "નેગેટીવ" છેડા કરવામાં આવેછે ત્યારે જેમ રોશનીના કીરણો છુટાં પડી આસપાસ ઉજાસ આપેછે તેમ એ નળીઓમાં વીજળીક થયલાં સુક્ષ્મો પણ તેવીજ રીતે બાજે છેડે **સીધી કીરણરૂપી** લીટીઓમાં જઇ પડેછે, પછી "પોઝીટીવ" છેડો ગમે ત્યાં હોય. (જુવો આકૃતી ૩ જી.) એ કારણને લીધે અગર b આકારનો ક્રાસ એ સુક્ષ્મના મારા વચે મુકયો હોયછે તો સર્વ સુક્ષ્મો તેની પેલી બાજુએ જઇ શકતાં નથી અને ડાબી બાજુએ c છેડાપર b જેવાજ ભાગ ઉપર શુક્ષ્મોનો માર પડતો નથી. પણ વળી એ શુક્ષ્માક વીજળીક મારથી કાચ પોતે રોશન થાયછે. એ સર્વ કારણને લીધે એવી નલીનો ડાબો છેડો રોશનીદાર થઇ જાયછે અને તેની વચે વગર "માર પડેલી" જગ્યાપર કાળા "ક્રાસ" જણાયછે. વીજલીક પ્રસાર બંધ કરે થોડાક વખતમાં કાચની રોશની પણ જતી રહેછે. એ પછી b જે એક છુટા માજાગરાં ઉપર ગોઠવેલો હોયછે તે જો પાડી નાખીએ છઇએ તો a તરફના શુક્ષ્મો વગર અટકે સર્વ ડાબી બારદ તરફ ફેંકાયછે. પણ હવે આગલ માફક તે તરફનો કાચ રોશનીદાર થતો નથી. જે ભાગ આગલ ચકચકીત થયલો તે શુન મારી જાયછે, તે ભાગના શુક્ષ્મો આગલા મારે થાકી ગયલાં એટલે આ નવી મલતી ગતી ઉંચકી લઇ શકતાં નથી, પણ તેથી ઉલટું ક્રોસને ભાગના કાચના તાજા, વગર થાકેલાં શુક્ષ્મોજ એ નવી હાલત ઉંચકી લઇ શકેછે અને જયાં અસલ કાલો ક્રોસ જણાતો હતો ત્યાં રોશનીવાલો ક્રોસ માલમ પડેછે. એ પ્રમાણે આતો ખાલી કરેલી નલીઓમાં બાકી રહેલાં શુક્ષ્મો સીધી લીટીઓમાંજ દોડેછે એટલુંજ નહીં પણ કાંઈ પણ અટકાવ તેમના માર્ગમાં મુકવે તે અટકાવ પસાર કરી શકતાં નથી અને વલી કાચ એવા શુક્ષ્મોના મારાથી રોશણીદાર થાયછે. વધારે અખતરા કરતાં માલમ પડયુંછે કે બીજી ઘણીક વસ્તુઓ અને કીમતી પથરાઓ જેવાકે હીરા અને માણક એ પ્રમાણે એવા મારા તલે રોશનીદાર થાયછે અને તે રોશનીનો રંગ જુદી જુદી ચીજો સાથ જુદો જુદો હોયછે.

"ક્રૂકસ" ની ખાલી કરેલી નલીઓ અને આગલી અધુરી ખાલી કરેલી (Giessler) ની નલીઓમાં શુક્ષ્મોનાં માર્ગમાં શું તફાવત હોયછે તે આકૃતી ૫ મી પરથી બરાબર સમજણ પડેછે. ડાવા હાથપરની નલી ઓછી ખાલી કરેલીછે; જમણી બાજુવા લીમાં તેથી

ઘણી વધારે હવા ખાલી કીધેલીછે. બેઉનાં a છેડાઓ "નેગેટીવ" બનાવીને જો ઉપરના છેડાઓ સાથ "પોસીટીવ" તાર જોડીએ છઈએ તો ડાબી નળીમાં વીજળીક પ્રસાર ઉપર તરફ થાયછે, પણ જમણી નળીમાં કીરણ માર્ગ લેયછે. તેટલુંજ નહી પણ ડાબી નળીનો P તાર ડાબી બાજુ લગાડેના છેડા સાથ જોડતાં વીજળીક પ્રસાર તે તરફ થાયછે. પણ જમણી નળીમાં કાંઇ પણ એવો ફેર પડતો નથી અને "ક્રુકસ" ની નળીઓમાં "પોઝીટીવ" તાર ગમે ત્યાં હોય પણ "નેગેટીવ" છેડા પરથી દોડતાં વીજળીક થયેલાં શુક્ષ્મો કીરણરેખી લીટીઓમાંજ પંથગયછે.

"નેગેટીવ" છેડાપરથી આગળ વધતો દેખાવ શુક્ષ્મોનીજ ખુદ ચલણને લીધેજછે એવું મી૦ ક્રુકસે ધાર્યું તે પુરવાર કરવા આકૃતી ૮ થી અને ૮ મી જેવી નળીઓ બનાવી. આકૃતી ૮ થી આગળ કહ્યુંછે કે "રેડીઓ-મીટર" ને મળતી આવેછે પણ ઉપરાં ધ્યાનમાં રાખવું કે આકૃતીમાં જે નળી દેખાડીછે તેમાં-ના પંખાઓ કાળા અને ધોળા એવા નહી હતા. પણ એકજ તરફ [illegible] બાજુએ સરખા એવા અભરખતા બનાવેલા હતા, એ પંખાની ચકી નીચે નેગેટીવ છેડા વાળીને મુકેલા હતા. વીજળી પ્રસાર કરવે શુક્ષ્મો "નેગેટીવ" છેડા ઉપરથી દોડી જઇ આગળ વધવા લાગ્યાં, માર્ગમાં પંખાઓ નડવે તેમને અથડતાં અને પંખાઓ આડકતરા મુકેલા હોવાને લીધે એ શુક્ષ્મીક મારાને લીધે તે પંખા પોતાની મેળે ફરતો હતો. આકૃતી ૮ મીમાં એક નાની ચકી કાચની બે રેલ ઉપર માંડેલીછે અને a અથ-વા b ને "નેગેટીવ" છેડા કરવે તે તરફથી શુક્ષ્મો સીધી લીટીએ દોડી જઇ ચકીના પંખાઓને લાગી તેને આગળ દોડાવેછે.

વળી મી૦ ક્રુકસે એમ અનુમાન કર્યું કે લુહાર જયારે ધાતુને ટોકેછે ત્યારે તે ગરમ થાયછે, તે પ્રમાણે [illegible] શુક્ષ્મો પણ કોઈ ચીજ [illegible] અડતા તેને ગરમ કરી શકે. એ [illegible] આકૃતી ૯ જેવી નળી જેમાં b [illegible] ધાતુનો કટકો મુકેલો [illegible] વીજળીક-પ્રસાર કરવામાં આવે-[illegible] કટકો લાલ થાઈ [illegible] ઉપર પીગલી જાયછે.

એ સર્વ અખતરાઓ સારૂં હવાના શુક્ષ્મો અવશ્યના હોવા જોઇએ. અને તદનજ હવા ખાલી કરવે માત્ર વીજળી મારફતે એ બનાવો બની નહી શકે. આ તકરાર વધારે મજબુત કરવા ક્રુકસે વળી એક નવો અખતરો કર્યો. વીજળી-પ્રસાર વખતે નળીઓ રોશનીદાર થાયછે, વાસ્તે એક નળીમાં થોડુંક પાણી મુકી તેને હવાઈ કરી નળી ખાલી કીધી પણ પાણી-નાં થોડાંક શુક્ષ્મો તેમાં રેહવા દીધાં અને નળીમાં બંધ કરવા અગાઉ "પોટાશ" નામના ખારનો એક કટકો તેમાં મુકયો. "પોટાશ" ખારની એવી ખુબીછે કે તે પાણી પુશકલ ચુસી લેછે એ કારણને લીધે નળીમાં જરાક રેહવા દીધેલા પાણીના શુક્ષ્મો પણ નળીમાંથી સફાઈ થાઈ જાએછે હવાના શુક્ષ્મોતો મુલગાં હોતાં નથી. પાણીના શુક્ષ્મો એ રીતે ચુસી લેવામાં આવેછે એ કારણોથી નળી **તદનજ** ખાલી થઈ જાએછે, ને વીજળીક પ્રસાર થઈ શકતો નથી અને નળીમાં કાંઇ રોશની જણાતી નથી. બહારથી હવે "પોટાશ" જરાક ગરમ કરવે પાણીનાં થોડાંક શુક્ષ્મો છુટાં પડેછે અને વીજળીક પ્રસાર સાથ (dark space) કાલો આકૃતી ૧) ના જેવો દાઘ માલમ પડેછે અને બાકીની નળી રોશનીદાર થાએછે. પણ વધારે ગરમ કરતાં "પોટાશ" માંનું પાણી સર્વ છુટું પડેછે અને સાધારણ (Giessler ની) નળી જેવો દેખાવ પછે નજર પડેછે. ઉપલા અખતરાથી ખુબ સીધ થાએછે કે વધારે કે ઓછાં શુક્ષ્મોપરજ ક્રુકસના કરેલા અખતરા-ઓનો આધારછે.

વીજળીક થાએલી વસ્તુને લોહચુંબક ખેંચી શકેછે તે હવે મી૦ ક્રુકસના ધ્યાનમાં આવ-વાથી આવી રીતનાં થોડાંક રહેલાં વીજળીક થાએલાં શુક્ષ્મો કેમ વરતેછે તે તેણે તપાસીઉં. "ગીસલર" ની નળી આગળનો લોહચુંબક પકડયો હોયતો નળીમાં થાતો પ્રવાસ લોહચું-બક તરફ ખેંચાયછે ખરો પણ એક છેડેથી બીજે છેડેવેર થતો અટકતો નથી. હવે ક્રુકસની બહુ ખાલી કરેલી નળીઓમાં એક ખુબી વીશેશ કરી માલમ પડેછે કે પ્રવાસ સીધીજ કીરણરેખી લીટીઓમાં થાએછે એ કારણને લીધે જો લોહચુંબકની અસર એવી નળીપર કરવામાં આવેછે તો માર્ગમાં વાંકા વળેલાં શુક્ષ્મો લોહચુંબક તરફના કાચપરજ જઈ પડેછે અને બીજે છેડે જતાં નથી. આકૃતી ૯ મી જેવી જો નળી એ કારણથી લીધી હોય અને લોહચુંબક (g) જો પેહલા તેની આગળ નહી ધર્યે તો "નેગેટીવ" છેડાપરના શુક્ષ્મો

સર્વ નળી માહેલા પરદા (e d) ઉપર જઈ પડશે અને ચક્રીને ફેરવશે નહી. પણ જો ઉપર લોહચુંબક ધર્યો હોયતો શુક્ષ્મો ઉપર ખેંચાવાથી તેમાના ઘણાક પરડાની ઉપરથી નીકળી જશે અને તેમ કરતાં ચક્રીને અથડી તેને ફેરવશે. વળી જો આકૃતી ૭. જેવી નળી લીધી હોયતો ડાબા હાથ ઉપર દેખાડવા માફક પેહેલે શુક્ષ્મોનો પ્રવાસ થશે પણ લોહચુંબક ધરવે લોહચુંબક તરફ શુક્ષ્મો વાંકાં વળશે અને આકૃતી ૭ માં જમણા હાથપર દેખાડેલી નળી માફક બાજુને જઈ અડડશે અને જો લાંબો વખત અડડવા દઈશું તો આકૃતી ૬ માં જેમ "પ્લેતીનમ" ના કટકો રાતો થઈ આવેછે તેમ કાચ પણ ગરમ થઈ રાતો થાએ-છે, આખર એટલો પોચો થઈ જાએછે કે બહારની હવાના દબાણે અંદર બેસી જઈ નાકું પડી જાએછે!

એ બાબદની સમાપતી કરતાં મી૦ ક્રૂકસને હજુર એક સવાલ નજરે પડ્યો તે વીશે વર્ણન કરી આ બાબદ ખલાશ કરીશું. ગરમી પ્રવાસની બે જાણીતી રીતોછે. ગરમીના મુલ આગલના શુક્ષ્મો (જેવાં કે પાણી અથવા હવાના) ગરમ થઈ હલકાં પડી નીકળી જાએ તેમની જગ્યાએ બીજાં શુક્ષ્મો આવે તે વળી પોતે પાછાં ગરમ થાય એ રીતને convection કહેછે. પણ કાંઈ જડ ચીજ જેવી કે લોખંડના શુક્ષ્મો એમ સર્વ ગરમ થતાં નથી. ગરમી મુલ આગલના શુક્ષ્મો ગરમ થઈ ત્યાંજ રહેછે પણ પોતાની (શુક્ષ્મો) ગરમી પાસેના બાજાં શુક્ષ્મોને પોહચાડેછે અને પોતાની ખોએલી ગરમી ગરમીના મુલ (source) પરથી પાછી મેલવેછે એ રીતને conduction કહે-છે. એને ઘણીક રીતે મલતી વીજળીક પ્રસારની પણ બે રીતછે. વીજળીક મુલપરથી શુક્ષ્મો વીજળીક થઈ ખસી જાએ અને બીજાં તેની જગોએ આવી વળી તેમ થાએ તે convection સમજવું. પણ જો શુક્ષ્મો સ્થીર રહી પાસેના પડોશીઓને વીજળી "હાથે હાથે ઝાલી આપે" તો તે conduction થયું. ત્યારે ક્રૂકસનો વીજળીક પ્રસાર કહી તરેહ-નોછે તે તપાસવાનો રહ્યો. એ સવાલ આકૃતી ૧૦ વાલી નળીથી નકી થાએછે. ડાબા હાથ ઉપર બે "નેગેટીવ" છેડાછે. વીજળીક પ્રસાર થવે બેઉ છેડાપરથી ક્રીયા શરૂ થાએછે એ છેડાઓની નજદીક બે નાકાં રાખેલો એક પરદોછે અને વીજળીક શુક્ષ્મો તેમાંથી પસાર થઈ આગલ દોડેછે. હવે એવો ધારોછે કે જ્યારે બે શુક્ષ્મો એકજ તરેહના વીજળીક થાએછે ત્યારે તેઓ એકેકથી દુર ખસેછે. અને વળી બીજો એવો વીજળીક ધારોછે કે વીજળીનું conduction થાએછે તો તેવા એકજ તરેહની વીજળીના ભરાએલા બે માર્ગો સામા એકેકની પાશે આવેછે. આ અખતરામાં માલમ પડ્યું કે ડાબા હાથપરથી સરખા નીકળતા પેલા બે વીજળીક પ્રવાહો એકેકની પાશે નહી આવતા હતા પણ સામાં દુર જતા હતા. એ ઉપરથી પુરવાર થાએછે કે શુક્ષ્મો વીજળીક થાઈ "નેગેટીવ" છેડા ઉપરથી દોડી જતાં હતાં અને વીજળીક પ્રવાસ convection મારફત થાતો હતો. "ગીસલર" ની નળીમાં પ્રવાસ એથી ઉલટીજ રીતનો થાએછે.

ઉપર કહેલા સર્વ ગુણો ધ્યાનમાં લેતાં આપણી ખાતરી થાએછે કે વીજળીક પ્રવાસ "નેગેટીવ" પોલપરથીછે અને નહી કે "પોશીટીવ." વળી આવી નળીઓમાં શુક્ષ્મોની બાબતમાં સાધારણ ખાસ્યતોથી જુદી માલમ પડેછે. સાધારણ દબાણની હવાના શુક્ષ્મો કરતાં એમની ચાલ, ગતી, હાલત, તદન જુદીજ નજરે આવેછે. એ કારણોને લીધે મી૦ ક્રૂકસ એવી બહુ ખાલી કરેલી નળીઓમાં બાકી રહેલાં સુક્ષ્મોની હાલત સાધરણ હવાથી જુદી તરેહની જોઈને એવાં સુક્ષ્મોને fourth state of matter એટલે જડ, પ્રહવાઈ, હવાઈ, એ જે ત્રણ હાલતોછે તેમાં એક હવાઈ કરતાં પણ શ્રેશત એવી હાલત વધારવા માગેછે.

એક ન જણાયલા ખારની તપાસ કરતઈ તેમાંથી નવી ધાતુ સોધી કાઢી, તે તપાસ પુરા કરતાં "રેડીયોમાતર" બનાવી, તે વીશે આગલ તજવીજ કરતાં આ સર્વ અખતરાઓ કરી તે ઉપરથી **fourth state of matter** ની કલપણા પર [illegible] સુધી કબુલ રહેલો [illegible] "પોશીટીવ" પોલ પરથી [illegible] પાડવો એ કાંઈ નાની જેવી મનશકતા[illegible] ફતેહ નથી.